



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

«ΑΞΙΟΠΟΙΩΝΤΑΣ ΤΗΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΝΕΦΟΥΣ MICROSOFT AZURE, ΓΙΑ ΤΗΝ
ΕΝΟΠΙΟΗΣΗ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΚΑΙ ΥΠΟΔΟΜΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΣΕ
ΟΜΟΣΠΟΝΔΗ ΠΟΛΥΕΘΝΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ»

Διπλωματική Εργασία

του

Μπατσή Νικόλαου

A.M: mai18044

Επιβλέπων καθηγητής: Ψάννης Κωνσταντίνος

Θεσσαλονίκη , Σεπτέμβριος 2019

«ΑΞΙΟΠΟΙΩΝΤΑΣ ΤΗΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΝΕΦΟΥΣ MICROSOFT AZURE, ΓΙΑ ΤΗΝ
ΕΝΟΠΙΟΙΗΣΗ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΚΑΙ ΥΠΟΔΟΜΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΣΕ
ΟΜΟΣΠΟΝΔΗ ΠΟΛΥΕΘΝΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ»

Μπατσής Νικόλαος

Διοίκηση Επιχειρήσεων και Οργανισμών, Ε.Α.Π., 2008

Διπλωματική Εργασία

υποβαλλόμενη για τη μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων του

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟΥ ΤΙΤΛΟΥ ΣΠΟΥΔΩΝ ΣΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ

Επιβλέπων Καθηγητής : Κωνσταντίνος Ψάννης

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την

Όνοματεπώνυμο 1
Κωνσταντίνος Ψάννης

.....

Όνοματεπώνυμο 2
Γεωργιάδης Χρήστος

.....

Όνοματεπώνυμο 3
Μαυρίδης Ιωάννης

.....

Μπατσής Νικόλαος

.....

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία με τίτλο «Αξιοποιώντας την τεχνολογία νέφους Microsoft Azure, για την ενοποίηση υπηρεσιών και υποδομής πληροφορικής σε ομόσπονδη πολυεθνική εταιρεία» έχει ως αντικείμενο μελέτης την χρήση του Azure Cloud Computing σε πολυεθνικές εταιρίες αλλά και τα πλεονεκτήματα που παρέχει στους χρήστες, που χρησιμοποιούν το υπολογιστικό νέφος. Η έρευνα που κάναμε επικεντρώθηκε στο αν είναι προτιμότερο μία εταιρία να έχει τα δικά της data center για το cloud computing που χρησιμοποιεί ή είναι προτιμότερο να προμηθευτεί την υπολογιστική δύναμη που χρειάζεται από παγκόσμιους προμηθευτές με data center σε κάθε ήπειρο, αναλογικά με βάση συγκεκριμένα χαρακτηριστικά. Για την διεξαγωγή ασφαλών αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκαν δύο (2) προγράμματα: α) Το Total Cost of Ownership (TCO) Calculator ένα πρόγραμμα με σκοπό να προσομοιώσει το συνολικό κέρδος ή όχι μιας μετάβασης από τοπικά ιδιόκτητα μέσα στην τεχνολογία νέφους της Microsoft Azure και το β) CloudAnalyst ένα πρόγραμμα για cloud analysis. Η γεωγραφία-διασπορά των σημείων, βασίζεται στη χωροταξική γεωγραφία της Smurfit Kappa, μια πολυεθνική εταιρία με περίπου 400 σημεία σε Ευρώπη και Αμερική, ώστε να βγει ένα τελικό ασφαλές συμπέρασμα.

Όπως είναι γνωστό, το υπολογιστικό νέφος, “Cloud Computing”, αποτελεί το τελευταίο μοντέλο στα συνεχώς εξελισσόμενα υπολογιστικά συστήματα, ώστε να καλυφθούν όσο το δυνατόν πιο αποτελεσματικά, οι διαρκώς αυξανόμενες ανάγκες σε υπολογιστικούς πόρους. Είναι ένα μοντέλο που καθιστά εφικτή την εύκολη και κατ’ απαίτηση πρόσβαση μέσω δικτύου σε μία κοινόχρηστη αποθήκη προσαρμόσιμων υπολογιστικών πόρων.

Λέξεις Κλειδιά: Azure Cloud Computing, υπολογιστικό νέφος, ενοποίηση υπηρεσιών, υπολογιστικοί πόροι, cloud analyst

Abstract

The current Matser Thesis titled "Exploiting Microsoft Azure cloud technology to consolidate IT services and infrastructure across a federated multinational company" tries to describe the implementation of Azure cloud computing in a multinational company environment and also to indicate the advantages the user has by using the cloud computing technology. Our research focused on whether it is advisable for a company to have its own data centers for the cloud computing it uses or it is preferable to buy the computing power it needs from global cloud computing providers, proportionally based on specific features, for each continent has sites on. Two (2) programs were used to perform secure testing results: a) The Total Cost of Ownership (TCO) Calculator a program designed to calculate the total gain or not of a transition into Microsoft Azure and b) CloudAnalyst a cloud analysis program. The geography we used for the testing, is based in the geographic layout of Smurfit Kappa, a multinational company with approximately 400 sites in Europe and America, in order to reach a definitive safe conclusion.

Cloud Computing is the latest model of ever-evolving computing systems in order to meet the ever-growing need for computing resources. We can define it as a model that allows easy and direct network access to shared and customizable computing resources.

Keywords: Azure Cloud Computing, Cloud computing, Consolidation of services, computing resources, cloud analyst, cloud analyst

Πρόλογος – Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών στο τμήμα της Εφαρμοσμένης Πληροφορικής του Πανεπιστημίου Μακεδονίας, είναι απαραίτητο να εκφράσω τις ευχαριστίες μου σε όλους τους ανθρώπους, οι οποίοι με βοήθησαν και με στήριξαν στην πορεία αυτή.

Κυρίως, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα της διπλωματικής μου εργασίας, κ. Ψάννη Κωνσταντίνο, για τις παρατηρήσεις, τις κατάλληλες υποδείξεις, καθώς επίσης και για την έγκαιρη βοήθεια που μου προσέφερε καθ' όλο το διάστημα εκπόνησης της παρούσας εργασίας. Η καθοδήγησή του και η κριτική του συνέβαλαν καθοριστικά κατά τη συγγραφή της εργασίας αυτής.

Τέλος, ένα μεγάλο ευχαριστώ σε όσους συνέβαλλαν, ακόμη και στον μικρότερο βαθμό, στην επιτυχημένη ολοκλήρωση της διπλωματικής μου εργασίας.

Περιεχόμενα

1	Εισαγωγή	1
1.1	Πρόβλημα – Σημαντικότητα του θέματος	1
1.2	Σκοπός – Στόχοι	2
1.3	Διάρθρωση της μελέτης	2
2	Βιβλιογραφική Επισκόπηση – Θεωρητικό Υπόβαθρο	4
2.1	Εισαγωγή στο Cloud Computing	4
2.2	Χαρακτηριστικά του Cloud Computing	5
2.3	Μοντέλα Υπηρεσιών (Service models)	7
2.4	Μοντέλα ανάπτυξης (Deployment Models)	10
2.5	Αρχιτεκτονική	13
2.6	Ασφάλεια Δεδομένων και εμπιστευτικότητα (data security & confidentiality)	15
2.7	Μειονεκτήματα Cloud Computing	17
3	Εφαρμογές του computing cloud	20
3.1	Εμπορικές εφαρμογές	20
3.2	Υπηρεσίες Πληροφορικής	20
3.3	Υπηρεσίες Ενίσχυσης Παραγωγικότητας (Productivity Apps)	21
3.4	Εφαρμογές Κοινωνικής Δικτύωσης (Social Media Apps)	21
4	Computing Cloud και επιχειρήσεις	23
4.1	Η αξία του cloud στις επιχειρήσεις	23
4.2	Η συμβολή του cloud στην ανάπτυξη των μικρομεσαίων επιχειρήσεων	25
4.3	Γιατί το cloud είναι η ασφαλέστερη θέση για τα δεδομένα	27
5	Οι σημαντικότερες εταιρίες- Δημοφιλέστερες εφαρμογές	28
5.1	Οι σημαντικότερες εταιρίες	28
5.2	Οι Δημοφιλέστερες εφαρμογές cloud computing	31
6	Azure	34
6.1	Εισαγωγή	34
6.2	Χαρακτηριστικά	41
6.3	Ασφάλεια Δεδομένων	43
6.4	Πως λειτουργεί το Microsoft Azure	43
6.5	Διαδικασία Χρέωσης	44

7 Μεθοδολογία Έρευνας	45
7.1 Εισαγωγή	45
7.2 Τομέας πληροφορικής.	46
7.3 Ανάγκη μετάβασης στο Cloud	47
7.4 Το cloud analyst:	49
7.5 Διαμόρφωση προσομοίωσης	57
7.6 Total Cost of Ownership (TCO) Calculator	61
7.7 Σύνοψη αποτελεσμάτων προσομοίωσης	64
8 Επίλογος	66
8.1 Σύνοψη – Συμπεράσματα	66

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1: Cloud computing.....	5
Εικόνα 2: Cloud Clients	7
Εικόνα 3: Μοντέλα Ανάπτυξης cloud computing	10
Εικόνα 4: Cloud architect	15
Εικόνα 5: Social Network Society	16
Εικόνα 6: Τοπολογία δικτύωσης συσκευών-σύννεφου.....	40
Εικόνα 7: Cloud Analyst	49
Εικόνα 8: Cloud.....	48
Εικόνα 9:cloud analyst	51
Εικόνα 10: configure simulation	52
Εικόνα 11: Data Centers.....	53
Εικόνα 12: Advanced Tab	54
Εικόνα 13: define internet characteristics	55
Εικόνα 14: Delay και Bandwidth	56
Εικόνα 15: Define your workloads.....	61
Εικόνα 16: Adjust assumptions	62
Εικόνα 17 :View report	63

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1: equally spread	57
Πίνακας 2 : round robin.....	57
Πίνακας 3: throttled.....	57
Πίνακας 4: equally spread	58
Πίνακας 5: round robin.....	58
Πίνακας 6: throttled.....	58
Πίνακας 7: equally spread	59
Πίνακας 8: round robin.....	59
Πίνακας 9: throttled.....	59

1 Εισαγωγή

1.1 Πρόβλημα – Σημαντικότητα του θέματος

Το υπολογιστικό νέφος (cloud computing) είναι η διάθεση υπολογιστικών πόρων μέσω διαδικτύου (π.χ. servers, apps κλπ), από κεντρικά συστήματα που βρίσκονται απομακρυσμένα από τον τελικό χρήστη, τα οποία τον εξυπηρετούν αυτοματοποιώντας διαδικασίες, παρέχοντας ευκολίες και ευελιξία σύνδεσης.¹ Με απλά λόγια, το cloud computing είναι η παροχή υπηρεσιών υπολογιστών-διακομιστών, αποθηκευτικών χώρων, βάσεων δεδομένων, δικτύωσης, λογισμικού, αναλυτικών στοιχείων και πολλά άλλα μέσω του Διαδικτύου (cloud = “σύννεφο”).²

Το Cloud computing έφερε μια μεγάλη αλλαγή σχετικά με τον παραδοσιακό τρόπο που οι επιχειρήσεις σκέφτονται για τους πόρους πληροφορικής. Το Cloud Computing έχει σημαντικά οφέλη καθώς οι οργανισμοί που το χρησιμοποιούν διανέμουν τους πόρους τους πιο ευέλικτα και το πιο σημαντικό είναι ότι όταν δεν χρησιμοποιούνται επαναφέρονται ή απελευθερώνονται. Σημαντικοί λόγοι που για τους οποίους οι οργανισμοί στρέφονται στις υπηρεσίες cloud computing είναι το κόστος καθώς εξαλείφει το κόστος κεφαλαίου για την αγορά υλικού και λογισμικού, παρέχει ταχύτητα και καλύτερη παραγωγικότητα καθώς και μεγαλύτερη απόδοση και αξιοπιστία.

Έτσι με την έρευνα που έχουμε πραγματοποιήσει θα παραθέσουμε τα αποτελέσματα που έχει μια πολυεθνική εταιρία χρησιμοποιώντας υπηρεσίες cloud και αν είναι πιο αποτελεσματικό να χρησιμοποιεί τοπικά ή σε παγκόσμια επίπεδο data center για την χρήση του cloud. Θα αναλύσουμε τα πλεονεκτήματα αλλά και τα μειονεκτήματα της χρήσης του cloud computing και πιο συγκεκριμένα του Azure που ανήκει στην εταιρία Microsoft.

1

https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A5%CF%80%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%B9%CE%BA%CF%8C_%CE%BD%CE%AD%CF%86%CE%BF%CF%82

² <https://www.csc.com.gr/cloud-computing/>

1.2 Σκοπός – Στόχοι

Η ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας οδηγεί στην ανάπτυξη προϊόντων που διευκολύνουν και επιταχύνουν τις επιχειρηματικές διαδικασίες. Μια τέτοια τεχνολογία αποτελεί η υπολογιστική νέφος ή αλλιώς cloud computing που κερδίζει συνεχώς έδαφος στις προτιμήσεις των οργανισμών και των επιχειρήσεων. Με την υπολογιστική νέφος, ένας οργανισμός αποκτά ή ενοικιάζει υπολογιστικούς πόρους από προμηθευτές αντί να διαθέτει δικό του hardware και software. Η διάθεση γίνεται μέσω διαδικτύου, ενώ υπάρχει και η δυνατότητα αυξομείωσης των παρεχόμενων υπηρεσιών ανάλογα με τις ανάγκες του οργανισμού. Για τις υπηρεσίες αυτές υπάρχει ένα κόστος τόσο για τον πάροχο όσο και για τους χρήστες ενώ τα οφέλη για τις επιχειρήσεις, τους χρήστες και τους δημόσιους οργανισμούς είναι πολλαπλά.

Ο στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η μελέτη και η εξαγωγή καθολικών συμπερασμάτων για το υπό εξέταση αντικείμενο. Για να το καταφέρουμε αυτό, θα παρουσιάσουμε πραγματικές μετρήσεις που μας δείχνουν το βαθμό ενοποίησης των υπηρεσιών και την βελτίωση των υποδομών πληροφορικής καθώς και την διευκόλυνση των επιχειρηματικών διαδικασιών. Θα παρουσιαστεί η μεθοδολογία της έρευνας που έχει εφαρμοστεί και η κριτική μελέτη της διαθέσιμης βιβλιογραφίας.

Συνοπτικά, τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι η υπηρεσία του υπολογιστικού νέφος, προσφέρει μεγάλα οφέλη στην εταιρεία που θα την υιοθετήσει όπως και στον κάθε χρήστη ξεχωριστά. Επίσης, το κόστος μιας εταιρίας χρησιμοποιώντας τα δικά της τοπικά data centers, είναι συγκριτικά το ίδιο χρησιμοποιώντας data centers σε παγκόσμιο επίπεδο. Τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα που παρατηρούμε είναι η ευελιξία και η παγκόσμια υποδομή και τεχνολογία που έχει ως συνέπεια, μια εταιρεία να πετυχαίνει όλο και αυξανόμενο ενδιαφέρον από τους πελάτες και αυτό συνεπάγεται όλο και μεγαλύτερα κέρδη.

1.3 Διάρθρωση της μελέτης

Η εργασία αποτελείται από οκτώ κεφάλαια. Στο πρώτο κεφάλαιο, γίνεται αιτιολόγηση του ερευνητικού θέματος και παρουσιάζεται ο σκοπός και οι στόχοι της παρούσας εργασίας.

Στο δεύτερο κεφάλαιο, γίνεται εκτενής αναφορά στην έννοια και στα χαρακτηριστικά του cloud computing, στα πλεονεκτήματα από την υιοθέτηση του, στα μοντέλα υπηρεσιών (service models) που έχουν αναπτυχθεί, στα μοντέλα ανάπτυξης (deployment models) , στην αρχιτεκτονική του cloud καθώς και στην ασφάλεια και την προστασία της ιδιωτικότητας που παρέχει το cloud computing.

Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι εφαρμογές του cloud . Παρουσιάζονται οι εμπορικές εφαρμογές, οι υπηρεσίες πληροφορικής, οι υπηρεσίες ενίσχυσης της παραγωγικότητας και οι εφαρμογές κοινωνικής δικτύωσης.

Στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η αξία και η συμβουλή του cloud στην ανάπτυξη των επιχειρήσεων.

Στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι σημαντικότερες εταιρίες που παρέχουν cloud υπηρεσίες και γίνεται εκτενής αναφορά στο Azure cloud της Microsoft.

Στο έκτο κεφάλαιο γίνεται αναλυτική παρουσίαση του Azure Microsoft.

Στο έβδομο κεφάλαιο παρουσιάζεται αναλυτικά η μεθοδολογία και η έρευνα που έχουμε πραγματοποιήσει με τη βοήθεια του cloud analyst.

2 Βιβλιογραφική Επισκόπηση – Θεωρητικό Υπόβαθρο

Cloud Computing – Νέφος

2.1 Εισαγωγή στο Cloud Computing

Η έννοια του Υπολογιστικού Νέφους (Cloud Computing) πρωτοεμφανίστηκε τη δεκαετία του 1950 σε εκπαιδευτικά ινστιτούτα και εταιρείες, και η χρήση του πραγματοποιούνταν από κεντρικούς υπολογιστές μεγάλων υπολογιστικών και αποθηκευτικών δυνατοτήτων.³ Οι χρήστες είχαν πρόσβαση σε αυτούς τους υπολογιστές μέσω τερματικών (dumb terminals), οι οποίοι δεν είχαν ούτε υπολογιστική ισχύ ούτε αποθηκευτικές ικανότητες. Ο όρος του Υπολογιστικού Νέφους έγινε ευρύτερα γνωστός τη δεκαετία του 1970, όταν η IBM και η Google αποφάσισαν να συνεργαστούν στο συγκεκριμένο τεχνολογικό πεδίο. Αρχικά η IBM παρουσίασε το λειτουργικό σύστημα εικονικών μηχανών (VM operating system), το οποίο παρείχε τη δυνατότητα να εργάζονται πολλές εικονικές μηχανές (virtual machines) στο ίδιο μηχάνημα. Κάθε εικονική μηχανή είναι-ήταν μία αυτοτελής οντότητα που εκτελεί το δικό της λειτουργικό σύστημα και παρέχει υπολογιστικούς πόρους, όπως τη-μια κεντρική μονάδα επεξεργασίας, μνήμη και μονάδες εισόδου-εξόδου⁴.

Τη δεκαετία του 1990 εμφανίστηκαν τα Εικονικά Ιδιωτικά Δίκτυα (Virtual Private Networks). Μέχρι τότε, οι εταιρείες τηλεπικοινωνιών υποστήριζαν τα κυκλώματα δεδομένων σημείο προς σημείο (point-to-point data circuits). Μέχρι το 2000, κολοσσοί της Πληροφορικής όπως η Amazon, η Microsoft και η Google, ασχολήθηκαν με την ανάπτυξη και την παροχή υπηρεσιών Υπολογιστικού Νέφους^[4]. Ακολούθησαν κάποια γεγονότα που θεωρούνται ευρέως ως ορόσημα στην ιστορία του Υπολογιστικού Νέφους. Το 2006, η Amazon παρουσίασε το Ελαστικό Υπολογιστικό Νέφος (Elastic Compute Cloud(EC2)). Μία εμπορική υπηρεσία βασισμένη στο Παγκόσμιο Ιστό, που παρείχε στο χρήστη τη δυνατότητα να υλοποιεί εφαρμογές σε ενοικιασμένα-ενοικιαζόμενα μηχανήματα.

Στη συνέχεια των εξελίξεων το 2011, η IBM παρουσίασε το IBM SmartCloud ενώ το 2012 κυκλοφόρησε το Oracle Cloud. Τέλος Microsoft ανακοίνωσε επίσης ότι θα

³ Kalliopi, Kanaki (2015-04-27). [ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟ ΝΕΦΟΣ](#)

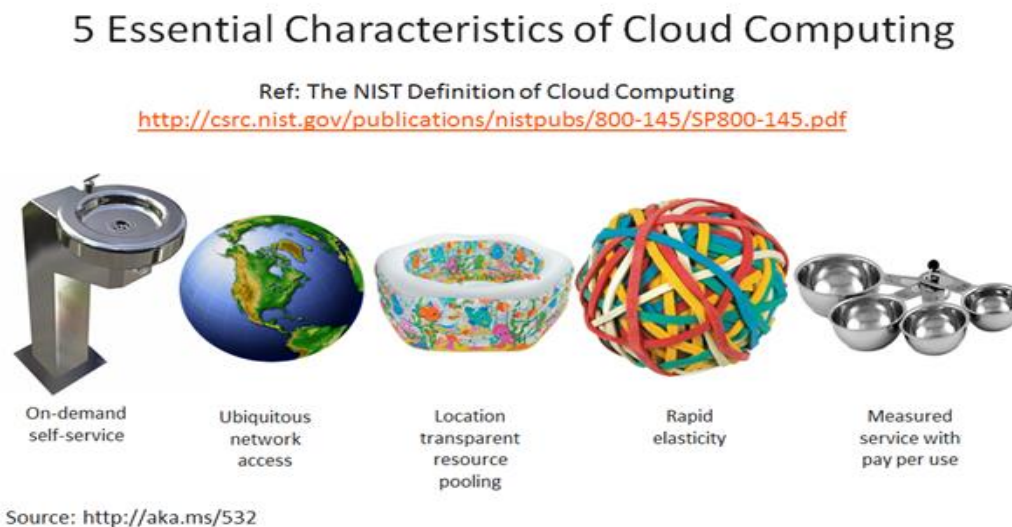
⁴ Καλλιόπη Α. Κανάκη (10 Μάιος 2016). [«ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟ ΝΕΦΟΣ»](#). www.researchgate.net.

εισαγάγει το cloud computing στην επόμενη μεγάλη ενημέρωση λύσεων Dynamics ERP και θα λειτουργούν μέσω της πλατφόρμας Windows Azure ⁵

Τα σύννεφα τρίτων επιτρέπουν στους οργανισμούς να επικεντρωθούν στις βασικές τους δραστηριότητες αντί να δαπανήσουν πόρους για την υποδομή και τη συντήρηση υπολογιστών. Τα τοπικά datacenters απαιτούν συνήθως πολλές ρυθμίσεις “στοίβαξης”, εγκατάστασης λογισμικού, επιδιόρθωσης λογισμικού και άλλες χρονοβόρες εργασίες διαχείρισης της πληροφορικής. Το Cloud computing εξαλείφει την ανάγκη για πολλά από αυτά τα καθήκοντα, έτσι ώστε οι ομάδες IT να μπορούν να μειώσουν τον χρόνο που χρειάζεται για την επίτευξη των πιο σημαντικών επιχειρηματικών στόχων τους.

2.2 Χαρακτηριστικά του Cloud Computing

Τα ακόλουθα πέντε χαρακτηριστικά, όπως ορίζεται από τη NIST, θεωρείται εγγενής στις υπηρεσίες του cloud computing:^{6 7}



Εικόνα 1: Cloud computing

⁵ <https://web.archive.org/web/20131018050315/http://cloudtimes.org/2011/04/12/microsoft-says-to-spend-90-of-rd-on-cloud-strategy/>

⁶ <http://cloudcomputingingreek.blogspot.com/2013/02/computing-cloud-2-cloud-computing.html>

⁷ Mell Peter, Grance Timothy; (2009); "The NIST definition of Cloud Computing: Recommendations of the National Institute of Standards and Technology"; NIST Special Publication 800-145; pp 2

- **Ικανοποίηση ζήτησης (on-demand self service)**

Οι πελάτες μπορούν αυτόματα υπολογιστικές δυνατότητες παροχής και τους πόρους για τη δική τους όταν χρειάζεται χωρίς να απαιτείται οποιαδήποτε ανθρώπινη παρέμβαση.

- **Διαθεσιμότητα των πόρων (Resource Pooling)⁸**

Ένας μεγάλος αριθμός πελατών είναι δυνατό να χρησιμοποιούν την ίδια χρονική στιγμή το ίδιο σύνολο υπολογιστικών πόρων (Rhoton J.; 2009). Η δυνατότητα αυτή είναι γνωστή ως διαθεσιμότητα πόρων (resource pooling). Η ιδέα είναι ότι ο πάροχος επιτρέπει στους πελάτες / χρήστες, οι οποίοι είναι διατεθειμένοι να πληρώσουν γι' αυτή την υπηρεσία, πρόσβαση σε μια μεγάλη κοινή δεξαμενή υπολογιστικών πόρων, φροντίζοντας ταυτόχρονα η απόδοση να ικανοποιεί τις απαιτήσεις τους.

- **Ευελιξία επεκτασιμότητας (Rapid Elasticity)⁹**

Η ευελιξία όσο αφορά την ταχύτητα δέσμευσης / αποδέσμευσης πόρων με αποτέλεσμα την δυναμική προσαρμογή των πληροφοριακών συστημάτων στις εκάστοτε ανάγκες, είναι μια από τις θεμελιώδεις ευκολίες της υπολογιστικής νέφους (Ruan K., Carthy E., Kechadi T., Crosbie M.; 2011). Στο μυαλό του πελάτη καταναλωτή οι δυνατότητες του σύννεφου είναι απεριόριστες, ενώ οι πόροι που διαθέτει τείνουν στο άπειρο. Επιπλέον είναι πάντοτε διαθέσιμες και ο πελάτης μπορεί να προμηθευτεί κάθε φορά όσες ακριβώς χρειάζεται (Ruggles D.; 2010).

Η ταχύτητα που κάθε φορά ο πάροχος Cloud Computing προσαρμόζεται στις απαιτήσεις του πελάτη εξαρτάται από τις συμβάσεις (SLA's – Service Level Agreements) που έχει συνάψει μαζί του.

⁸ Rhoton, John; (2009); Cloud Computing Explained: Implementation Handbook for Enterprises.; Recursive Press

⁹ Keyun Ruan, Prof. Joe Carthy, Prof. Tahar Kechadi, Mark Crosbie; (2011); "Cloud forensics: An overview"; Centre for Cybercrime Investigation, University College Dublin
Ruggles Daniel.; (2010); "Cloud Computing Definitions and Use Cases," Article. n.pag.
<https://www.infosecisland.com/blogview/7589-Cloud-Computing-Definitions-and-Use-Cases.html>.

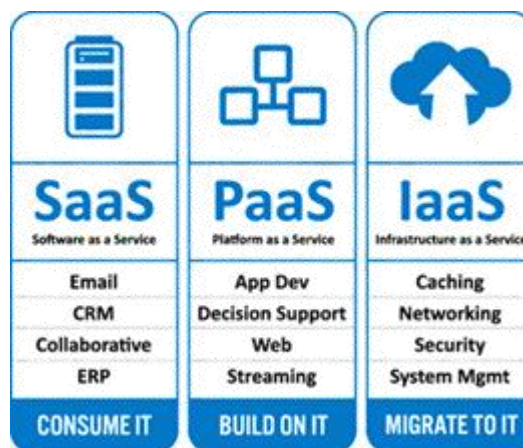
- **Τιμολόγηση βάσει χρήσης (Measured Service)¹⁰**

Μια ακόμα καινοτομία που φέρνει το υπολογιστικό σύννεφο είναι η εισαγωγή ενός διαφορετικού μοντέλου τιμολόγησης. Ο πελάτης δηλαδή πληρώνει ανάλογα με την χρήση των πόρων που ζητά να χρησιμοποιήσει. Το ακριβές μοντέλο τιμολόγησης μπορεί να διαφέρει από υπηρεσία σε υπηρεσία ή και από πάροχο σε πάροχο (Qi Zhang, Lu Cheng, Raouf Boutaba; 2010). Η χρήση των υπολογιστικών πόρων καταμετράται, ελέγχεται και αποτυπώνεται σε αναφορές (reports) παρέχοντας σαφή στοιχεία στα συναλλασσόμενα μέρη (πάροχος – πελάτης). Έτσι ο πάροχος μπορεί να τιμολογεί με απόλυτη διαφάνεια και ακρίβεια τον πελάτη του για τις υπηρεσίες που χρησιμοποίησε και ο πελάτης μπορεί να ελέγχει τι καλείται να πληρώσει ακριβώς, για ποιες υπηρεσίες και πότε τις χρησιμοποίησε.

2.3 Μοντέλα Υπηρεσιών (Service models)¹¹

Το cloud computing κατηγοριοποιείται ανάλογα με τον τύπο της υπηρεσίας που προσφέρει σε τρεις κατηγορίες:

- Software as a Service (SaaS)
- Platform as a Service (PaaS)
- Infrastructure as a Service (IaaS)



Εικόνα 2: Cloud Clients

¹⁰ Qi Zhang, Lu Cheng, Raouf Boutaba; (2010); "Cloud computing: state-of-the-art and research challenges"; J Internet Serv Appl (2010) 1: 7–18

¹¹ <https://cited.gr/what-is-spi-saas-paas-iaas/>

2.3.1 *Software as a Service – (SaaS)*

Η ιδέα είναι ότι ένας πάροχος είναι δυνατόν να προσφέρει στους τελικούς χρήστες πρόσβαση σε διάφορες εφαρμογές λογισμικού. Οι εφαρμογές είναι προσβάσιμες από διάφορες συσκευές με χρήση απλών διεπαφών πελάτη πχ ένα web browser, ο οποίος επιτρέπει την πρόσβαση στον διακομιστή (server) των λογισμικών. Τα λογισμικά αποτελούν ιδιοκτησία του παρόχου. Ως αντάλλαγμα των παραπάνω διευκολύνσεων ο τελικός χρήστης καλείται να καταβάλει μίσθωμα για την χρήση τους (Shshil B., Leena J., Sandeep J.; 2010).¹²

Στο μοντέλο αυτό δεν υπάρχει ανάγκη ο τελικός χρήστης να προβεί σε σχεδίαση και ανάπτυξη λογισμικού. Η μόνη εργασία που χρειάζεται να γίνει είναι παραμετροποίηση, ώστε το λογισμικό να ικανοποιήσει με τον καλύτερο δυνατό τρόπο τις ανάγκες του. Δεν υπάρχει καμία πράξη αγοροπωλησίας software, ενώ η αμοιβή που ο τελικός χρήστης υποχρεούται να καταβάλει στον πάροχο αφορά μονάχα την χρήση του λογισμικού και την αποθήκευση των εγγραφών του.

Ένας SaaS πάροχος κανονικά φιλοξενεί και διαχειρίζεται ένα ή περισσότερα λογισμικά χρησιμοποιώντας ιδιόκτητες υποδομές, ενώ ταυτόχρονα διασφαλίζει την απρόσκοπτη διαθεσιμότητα σε πολλαπλούς χρήστες μέσω του διαδικτύου.

Γνωστά παραδείγματα υπηρεσιών αυτού του τύπου είναι το Microsoft Dynamics CRM Online της Microsoft, το Gmail, το facebook, κλπ. Είναι προφανές από την δημοφιλία και μόνο των συγκεκριμένων εφαρμογών ότι πρόκειται για την περισσότερο διαδεδομένη εκδοχή χρήσης της υπολογιστικής νέφους. Τέλος δεν είναι λίγες οι φορές που ένα πάροχος SaaS χρησιμοποιεί υπηρεσίες Platform as a service (PaaS) ή και Infrastructure as a service (IaaS) τις οποίες προσφέρουν άλλοι Cloud Providers (Mell P., Grance T.; 2009).¹³

¹² Shshil B., Leena J., Sandeep J.; (2010); "Cloud Computing: A study of infrastructure as a service (IaaS)"; International Journal of Engineerig and Information Technology; Waves publishers

¹³ Mell Peter, Grance Timothy; (2009); "The NIST definition of Cloud Computing: Recommendations of the National Institute of Stamdars and Technology"; NIST Special Publication 800-145; pp 2

2.3.2 Platform as a Service (PaaS)¹⁴

Η ιδέα είναι ότι ένας πάροχος είναι δυνατόν να προσφέρει την υλικοτεχνική υποδομή (IaaS) καθώς και συγκεκριμένης κατηγορίας software, όπως ολοκληρωμένα περιβάλλοντα ανάπτυξης λογισμικού, γλώσσες προγραμματισμού, βάσεις δεδομένων και λοιπά εργαλεία ανάπτυξης με την βοήθεια των οποίων ο τελικός χρήστης μπορεί να αναπτύξει το δικό του λογισμικό. Το μοντέλο Platform as a Service (PaaS) είναι ένα περιβάλλον ανάπτυξης, εγκατάστασης και διανομής λογισμικού και παρέχεται ως υπηρεσία σε προγραμματιστές μέσω του διαδικτύου. Διευκολύνει την ανάπτυξη του λογισμικού και τον διαμοιρασμό του απαλλαγμένο από το κόστος και την πολυπλοκότητα της αγοράς και της διαχείρισης της αναγκαίας υποδομής, ενώ ταυτόχρονα παρέχει όλες τις διευκολύνσεις που απαιτούνται για την υποστήριξη του κύκλου ζωής του λογισμικού (Shshil B., Leena J., Sandeep J.; 2010). Με το μοντέλο PaaS οι προγραμματιστές μπορούν να δημιουργούν εφαρμογές διαδικτύου (web applications) χωρίς να χρειάζεται να εγκαταστήσουν κανένα «εργαλείο» τοπικά στον υπολογιστή τους ενώ μπορούν να διανείμουν τα λογισμικά που παράγουν χωρίς χρήση κανενός ιδιαίτερου εργαλείου διαχείρισης.

Η Microsoft τα τελευταία χρόνια διαθέτει το Microsoft Azure, το οποίο είναι μια από τις πιο δημοφιλείς εκδοχές του PaaS. Επαγγελματίες της πληροφορικής μπορούν να έχουν πρόσβαση σε εργαλεία τελευταίας γενιάς και να αναπτύσσουν λογισμικό απ' ευθείας στο σύννεφο.

✓ 2.3.3 Infrastructure as a Service (IaaS)¹⁵

Infrastructure as a Service είναι η υπηρεσία διάθεσης υλικοτεχνικής υποδομής, (hardware) όπως διακομιστές (servers), αποθηκευτικά μέσα (storage), υποδομές δικτύου (network) και σχετικού με αυτά λογισμικό όπως λειτουργικά συστήματα (operating systems), τεχνολογίες εξομοίωσης (virtualization technology) και συστήματα

¹⁴ Shshil B., Leena J., Sandeep J.; (2010); "Cloud Computing: A study of infrastructure as a service (IaaS)"; International Journal of Engineerig and Information Technology; Waves publishers

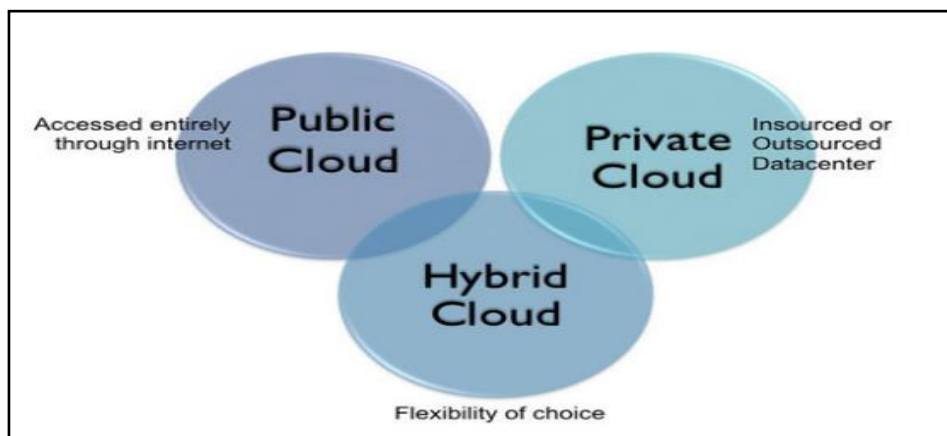
¹⁵ Shshil B., Leena J., Sandeep J.; (2010); "Cloud Computing: A study of infrastructure as a service (IaaS)"; International Journal of Engineerig and Information Technology; Waves publishers

διαχείρισης αρχείων (file systems). Πρόκειται για μια εξέλιξη του μοντέλου της παραδοσιακής φιλοξενίας αρχείων, η οποία όμως στην νέα της μορφή δεν απαιτεί μακροχρόνιες συμβάσεις ενώ επιπλέον επιτρέπει στους τελικούς χρήστες να δεσμεύουν και να χρησιμοποιούν δυναμικά τις υποδομές ανάλογα με την ζήτηση. Στο μοντέλο αυτό ο πάροχος IaaS εκτελεί πολύ λίγες εργασίες υποστήριξης και οι τελικοί χρήστες πρέπει να διαμοιράσουν και να διαχειριστούν τις υπηρεσίες με τον ίδιο ακριβώς τρόπο, όπως θα έκαναν αν οι υποδομές ήταν στο δικό τους data center (Shshil B., Leena J., Sandeep J.; 2010).

Το μοντέλο Infrastructure as a Service είναι μια μορφή φιλοξενίας (hosting). Περιλαμβάνει πρόσβαση στο δίκτυο καθώς και υπηρεσίες δρομολόγησης και αποθήκευσης δεδομένων. Ο πάροχος IaaS σε γενικές γραμμές συντηρεί το υλικό και διαχειρίζεται τις υπηρεσίες (services) που είναι αναγκαίες για να «τρέξουν» τα λογισμικά. Η δυναμική αυξομείωση του εύρους ζώνης (bandwidth), της μνήμης, και του αποθηκευτικού χώρου είναι ένα από τα κύρια χαρακτηριστικά του μοντέλου. Η ταχύτητα της δυναμικής προσαρμογής και η τιμολόγηση της αποτελεί πεδίο ισχυρού ανταγωνισμού μεταξύ των παρόχων υπηρεσιών IaaS.

Δεκάδες εκατοντάδες εφαρμογές που υποστηρίζουν παράλληλη χρήση σε διάφορες συσκευές (smart phones, tablets, desktop applications) εμπίπτουν στην κατηγορία αυτή. Τα δεδομένα τους είναι αποθηκευμένα σε υποδομές του Cloud και γίνονται διαθέσιμα προς χρήση στην τελευταία τους μορφή από όποια συσκευή και αν ζητηθούν.

2.4 Μοντέλα ανάπτυξης (Deployment Models)



Εικόνα 3: Μοντέλα Ανάπτυξης cloud computing

✓ Δημόσιο Νέφος

Το Δημόσιο υπολογιστικό σύννεφο είναι ιδιοκτησία του παρόχου των υπηρεσιών Cloud. Μια τέτοια υπηρεσία υποστηρίζει διάφορες εφαρμογές τις οποίες διάφοροι πελάτες χρησιμοποιούν και ως αντάλλαγμα για την χρήση τους καταβάλλουν ενοίκιο ανάλογο προς την χρήση που έκαναν (Armbrust M., Fox A., και άλλοι 2009).¹⁶ Από τεχνικής απόψεως μπορεί να υπάρχει ελάχιστη ή καμία διαφορά μεταξύ δημόσιας και ιδιωτικής αρχιτεκτονικής cloud, ωστόσο η ασφάλεια μπορεί να διαφέρει αισθητά όσον αφορά τις υπηρεσίες (εφαρμογές, αποθήκευση και άλλους πόρους) που παρέχονται από πάροχο υπηρεσιών για ένα κοινό και όταν η επικοινωνία πραγματοποιείται μέσω ενός μη αξιόπιστου δικτύου. Σε γενικές γραμμές, οι δημόσιοι πάροχοι υπηρεσιών cloud όπως το Amazon Web Services (AWS), η Oracle, η Microsoft και η Google κατέχουν και λειτουργούν την υποδομή στο κέντρο δεδομένων τους και η πρόσβαση γίνεται γενικά μέσω του διαδικτύου. Η AWS, η Oracle, η Microsoft και η Google προσφέρουν επίσης υπηρεσίες άμεσης σύνδεσης με την ονομασία "AWS Direct Connect", "Oracle FastConnect", "Azure ExpressRoute" και "Cloud Interconnect" αντίστοιχα.

✓ Ιδιωτικό Νέφος

Ιδιωτικό υπολογιστικό σύννεφο ονομάζεται το Cloud που είναι φτιαγμένο για την αποκλειστική χρήση ενός και μόνο πελάτη. Υπάρχουν διάφορες παραλλαγές ανάλογα με το καθεστώς ιδιοκτησίας του, τα λειτουργικά χαρακτηριστικά του κλπ. Ιδιαίτερο πάντως χαρακτηριστικό του είναι η αποκλειστική χρήση του από ένα και μόνο πελάτη. Ένα ιδιωτικό Cloud επίσης είναι δυνατό να αποτελεί ιδιοκτησία του πελάτη. Η εγκατάσταση, η λειτουργία και η συντήρηση του ωστόσο δεν γίνεται από αυτόν. Οι φυσικές υποδομές (πχ servers) είναι δυνατόν να βρίσκονται είτε στις εγκαταστάσεις του πελάτη είτε στις εγκαταστάσεις του παρόχου της υπηρεσίας (Qi Zhang, Lu Cheng, Raouf Boutaba; 2010)¹⁷

¹⁶ Armbrust M., Fox A., Griffith R., Joseph A., Katz R., Konwinski A., Lee G., Patterson D., Rabkin A., Stoica I., Zaharia M.; (2009); "Above the Clouds: A Berkeley view of Cloud Computing"; Electrical Engineering and Computer Sciences University of California at Berkeley

¹⁷ Qi Zhang, Lu Cheng, Raouf Boutaba; (2010); "Cloud computing: state-of-the-art and research challenges"; J Internet Serv Appl (2010) 1: 7–18

Πρόσφατα θεσπίστηκε ο όρος του «εικονικού ιδιωτικού νέφους» (virtual private cloud). Σε ένα τέτοιο εικονικό ιδιωτικό νέφος δεσμεύονται φυσικές υποδομές από ένα δημόσιο υπολογιστικό σύννεφο για την αποκλειστική χρήση ενός και μόνο πελάτη. Εξαιτίας της δέσμευσης των πόρων ο πελάτης μπορεί να είναι βέβαιος ότι τα δεδομένα του αποθηκεύονται και η επεξεργασία τους γίνεται μονάχα σε παραχωρημένους σε αυτόν διακομιστές στους οποίους βεβαίως έχει το αποκλειστικό δικαίωμα χρήσης (Staten James; 2009).¹⁸

✓ Κοινοτικό υπολογιστικό σύννεφο ¹⁹

Στην περίπτωση που κάποιοι πελάτες με παρόμοιες ανάγκες αποφασίζουν για λόγους οικονομίας κλίμακας ή άλλους να μοιραστούν κοινές υλικοτεχνικές υποδομές, εγκαταστάσεις, παραμετροποιήσεις αλλά και την ευθύνη της διαχείρισης του Cloud, τότε έχουμε το κοινοτικό υπολογιστικό σύννεφο. Η διαχείριση του Cloud στην περίπτωση αυτή μπορεί να γίνεται είτε από τα μέλη της κοινότητας είτε από εξουσιοδοτημένο τρίτο μέλος εκτός κοινότητας (Marinos A., Briscoe G.; 2009).

✓ Υβριδικό Νέφος

Οποιοσδήποτε συνδυασμός των παραπάνω μοντέλων ανάπτυξης των υπολογιστικών σύννεφων, μπορεί να οριστεί ως υβριδικό μοντέλο (Yan L., Rong C., Zhao G.; 2010)²⁰

Το υβριδικό νέφος είναι μια σύνθεση δύο ή περισσότερων νεφών (ιδιωτικών, κοινοτικών ή δημόσιων) που παραμένουν ξεχωριστές οντότητες αλλά συνδέονται μεταξύ τους, προσφέροντας τα οφέλη από τα μοντέλα πολλαπλής ανάπτυξης. Το υβριδικό νέφος μπορεί επίσης να σημαίνει τη δυνατότητα σύνδεσης της συνεγκατάστασης, των διαχειριζόμενων ή και των αποκλειστικών υπηρεσιών με τους πόρους του cloud. Επιτρέπει την επέκταση είτε της χωρητικότητας είτε της ικανότητας μιας υπηρεσίας

¹⁸ Staten James; (2009); "Which Cloud Computing Platform is right for you?"; Forrester Research In

¹⁹ Marinos Alexandros, Briscoe Gerard; (2009); "Communtiy Cloud Computing"; SprigerLink

²⁰ Yan Liang, Rong Chanming, Zhao Gansen; (2010); "Strengthen Cloud Computing Security with Federal Identity Management Using Hierarchical Identity-Based Cryptography"; SprigerLink

νέφους, με τη συνάθροιση, την ολοκλήρωση ή την προσαρμογή με μια άλλη υπηρεσία νέφους.

Υπάρχουν διάφορες περιπτώσεις χρήσης για τη σύνθεση υβριδικού νέφους. Για παράδειγμα, ένας οργανισμός μπορεί να αποθηκεύει ευαίσθητα δεδομένα πελάτη στο σπίτι σε μια ιδιωτική εφαρμογή, αλλά να διασυνδέει την εφαρμογή αυτή με μια εφαρμογή επιχειρηματικής ευφυΐας που παρέχεται σε ένα δημόσιο νέφος ως υπηρεσία λογισμικού. Αυτό το παράδειγμα υβριδικού νέφους επεκτείνει τις δυνατότητες της επιχείρησης να παρέχει μια συγκεκριμένη επιχειρηματική υπηρεσία μέσω της προσθήκης εξωτερικά διαθέσιμων δημόσιων υπηρεσιών cloud. Η υιοθέτηση του υβριδικού σύννεφου εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως η ασφάλεια των δεδομένων και οι απαιτήσεις συμμόρφωσης, το επίπεδο ελέγχου που απαιτείται για τα δεδομένα και οι εφαρμογές που χρησιμοποιεί μια οργάνωση.

Ένα άλλο παράδειγμα υβριδικού νέφους είναι εκείνο όπου οι οργανισμοί πληροφορικής χρησιμοποιούν δημόσιους πόρους υπολογιστικού cloud για να καλύψουν τις προσωρινές ανάγκες χωρητικότητας που δεν μπορούν να καλύψουν με το ιδιωτικό νέφος. Αυτή η δυνατότητα προσφέρει στα υβριδικά νέφη να χρησιμοποιούν εκρήξεις νεφών για κλιμάκωση. Το cloud bursting είναι ένα μοντέλο ανάπτυξης εφαρμογών στο οποίο μια εφαρμογή τρέχει σε ένα ιδιωτικό cloud ή κέντρο δεδομένων και "εκτοξεύεται" σε ένα δημόσιο νέφος όταν αυξάνεται η ζήτηση για υπολογιστική χωρητικότητα.

Η "έκρηξη του νέφους" (cloud bursting), επιτρέπει στα κέντρα δεδομένων να δημιουργήσουν μια εσωτερική υποδομή πληροφορικής ικανή να υποστηρίξει το μέσο φόρτο εργασίας και να χρησιμοποιεί νέους πόρους από δημόσια ή ιδιωτικά σύννεφα κατά τη διάρκεια της κορύφωσης των απαιτήσεων υπολογιστικής δύναμης. Το εξειδικευμένο μοντέλο του υβριδικού νέφους, το οποίο είναι χτισμένο πάνω σε ετερογενές υλικό, ονομάζεται "Cross-Platform Hybrid Cloud".

2.5 Αρχιτεκτονική

Ίσως το κυριότερο χαρακτηριστικό που χαρακτηρίζει το Cloud είναι η δυνατότητα της υποστήριξης πολλών και διαφορετικών πελατών στους οποίους επιτρέπεται η δυνατότητα της ταυτόχρονης χρήσης των ίδιων φυσικών υλικοτεχνικών υποδομών. Στην περίπτωση του Cloud αυτή η δυνατότητα υλοποιείται με τεχνολογίες

εικονικού περιβάλλοντος (virtualization technologies). Ωστόσο η υλοποίηση αυτής της ιδέας δεν αποτελεί νέα τεχνολογία, καθώς αντίστοιχη υλοποίηση είχε κάνει το 1972 η IBM στα συστήματα VM/370, όπου είχε εισάγει την ιδέα του διαμοιρασμού του χρόνου επεξεργασίας στα mainframe της σειράς αυτής (Creasy R,J.; 1981)²¹

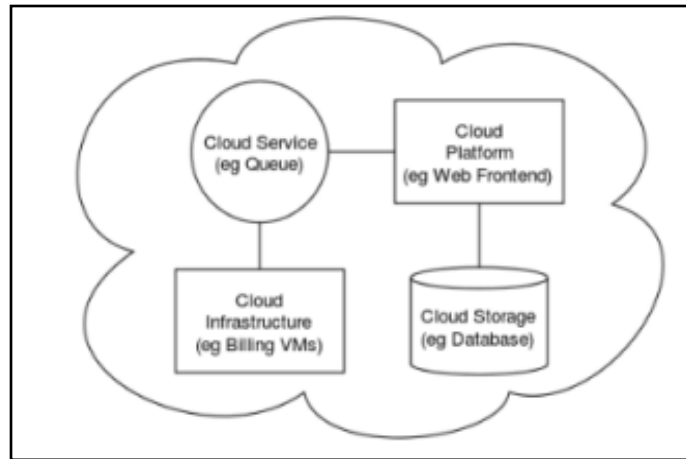
Η αρχιτεκτονική υπολογιστικού νέφους ορίζει τα στοιχεία και τις επιμέρους συνιστώσες που απαιτούνται για το υπολογιστικό νέφος. Στην απλή μορφή του, τα θεμέλια του υπολογιστικού νέφους μπορεί να ταξινομηθούν σε δυο τμήματα: front-end και back-end, τα οποία είναι συνδεδεμένα μεταξύ τους μέσω ενός εικονικού δικτύου ή του διαδικτύου. Το υπολογιστικό νέφος συντελείται από τις ακόλουθες βασικές δυνατότητες και λειτουργίες:²²

- front end platform (fat client, thin client, mobile device). Οι αρχές του υπολογιστικού νέφους (η front-end πλατφόρμα) ονομάζονται επίσης πελάτες ή cloud clients. Αυτοί οι πελάτες είναι διακομιστές, fat (or thick) clients, zero or ultra-thin client, τα ταμπλέτς και τις κινητές συσκευές. Αυτές οι πλατφόρμες πελατών αλληλοεπιδρούν με την αποθήκευση δεδομένων cloud μέσω μιας εφαρμογής (middleware) και μέσω ενός προγράμματος περιήγησης ιστού ή μέσω μιας εικονικής περιόδου σύνδεσης. Ένας zero or ultra-thin client προετοιμάζει το δίκτυο ώστε να συγκεντρώσει τα απαιτούμενα αρχεία ρυθμίσεων όπου είναι αποθηκευμένα τα εκτελέσιμα OS της
- back end platforms (servers, αποθήκευσης), Μια ηλεκτρονική αποθήκευση δικτύου, όπου τα δεδομένα αποθηκεύονται και είναι προσβάσιμα σε πολλούς πελάτες.
- η παράδοση με βάση το υπολογιστικό νέφος όπως (IaaS - Infrastructure as a Service), οι πλατφόρμες με περιβάλλον προγραμματισμού (PaaS - Platform as a Service) και το λογισμικό (SaaS - Λογισμικό ως Υπηρεσία), και

²¹ Creasy R,J.; (1981); "The origin of the VM/370 time-sharing system. IBM journal of Research and Development; pp 483-490

²² https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A5%CF%80%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%B9%CE%BA%CF%8C_%CE%BD%CE%AD%CF%86%CE%BF%CF%82

- ένα δίκτυο (Internet, Intranet, Intercloud). Τα μοντέλα ανάπτυξης είναι είτε ιδιωτικά (private) είτε δημόσια (internet) είτε σε συνδυασμό των δύο (hybrid/intercloud)



Εικόνα 4: Cloud architect

2.6 Ασφάλεια Δεδομένων και εμπιστευτικότητα (data security & confidentiality)

Ένας μεγάλος αριθμός από σύγχρονες κινητές συσκευές όπως τα κινητά τηλέφωνα, τα PDA, οι φορητοί υπολογιστές και άλλα πολλά γίνονται πανταχού παρόντα τα τελευταία χρόνια και οι άνθρωποι ζούμε πλέον στην εποχή της διάχυτης πληροφορικής.²³ Οι συσκευές αυτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν με σκοπό να βρει κανείς χρήσιμες πληροφορίες όταν βρίσκεται στο δρόμο είτε όταν ταξιδεύει. Οι μεταδιδόμενες όμως αυτές πληροφορίες είναι πιο ευάλωτες στην κλοπή μέσω των σύγχρονων αυτών τεχνολογιών όπως είναι το cloud computing.

²³ Uichin Lee et al, «MobEyes: Smart mobs for urban monitoring with a vehicular sensor network,» IEEE Wireless Communications, pp. 1-15, 1/11/2006.



Εικόνα 5: Social Network Society

Το Cloud computing δημιουργεί ανησυχίες για την προστασία της ιδιωτικότητας, επειδή ο πάροχος υπηρεσιών μπορεί να έχει πρόσβαση σε δεδομένα που βρίσκονται στο νέφος ανά πάσα στιγμή.

Εκ κατασκευής το μοντέλο του Cloud Computing εξαιτίας της κατακεκομμένης αρχιτεκτονικής του, απαιτεί αυξημένη κίνηση δεδομένων μέσω των δικτύων. Η αυξημένη αυτή κίνηση και η έκθεση τους στις διαδικτυακές υποδομές ελλοχεύει κινδύνους σχετικούς με την ασφάλεια. Μια από τις προτεινόμενες λύσεις αναφορικά με την εμπιστευτικότητα των πληροφοριών που ταξιδεύουν στο διαδίκτυο είναι η κρυπτογράφηση, που όμως στην περίπτωση του cloud μάλλον δεν αποτελεί την ιδεατή λύση. Σε κάποιες από τις εκδοχές του cloud computing τόσο τα δεδομένα όσο και οι εφαρμογές βρίσκονται στο σύννεφο και συλλειτουργούν εκεί. Αυτό από μόνο του προϋποθέτει ότι τουλάχιστον σε κάποιες χρονικές στιγμές τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται από τις εφαρμογές δεν πρέπει να είναι κρυπτογραφημένα ώστε η επεξεργασία τους να αποκτά νόημα (πχ διεπαφή με τον χρήστη – ενημερώσεις, καταχωρήσεις, υπολογισμοί κλπ). Επιπλέον η συνεχής κρυπτογράφηση – αποκρυπτογράφηση των δεδομένων αυξάνει την κατανάλωση πόρων πληροφορικής και επομένως αυξάνει το κόστος της υπηρεσίας.

Τα τελευταία χρόνια έχουν γίνει προσπάθειες για την αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος. Προϊόντα όπως το Trusted Cloud Computing Platform (TCCP), εγγυούνται την εμπιστευτικότητα και την πληρότητα των πληροφοριών που διακινούνται με χρήση virtual machine, επιτρέποντας στον χρήστη να γνωρίζει εκ των προτέρων εάν

ο Cloud provider εφαρμόζει αντίστοιχες πολιτικές ασφάλειας (Santos N., Gummadi K., Rodriques R.; 2009).²⁴

Μια διαφορετική πρόταση έρχεται από τα εργαστήρια της Microsoft (Kamara S., Lauter K., 2010).²⁵ Η ιδέα βασίζεται σε μια τοπική εφαρμογή, η οποία εγκαθίσταται στον υπολογιστή του χρήστη και αποτελείται από τρία επιμέρους συστήματα. Α) ένα επεξεργαστή δεδομένων (Data Processor), ο οποίος επεξεργάζεται τα δεδομένα πριν αυτά αποσταλούν στο σύννεφο. Β) ένα επαληθευτή δεδομένων (Data verifier), ο οποίος ελέγχει εάν τα δεδομένα στο Cloud έχουν αλλοιωθεί. Γ) μια γεννήτρια κλειδιών (Token Generator), η οποία παράγει τα κλειδιά τα οποία επιτρέπουν την κρυπτογράφηση – αποκρυπτογράφηση των δεδομένων.

Σύμφωνα με το πρότυπο αυτό ο χρήστης κρυπτογραφεί τα δεδομένα πριν από το φόρτωμα στο σύννεφο. Όταν χρειαστεί να ανακληθούν δεδομένα, ο χρήστης χρησιμοποιεί την γεννήτρια παραγωγής κλειδιών, ώστε να δημιουργηθεί ένα αναγνωριστικό και ένα κλειδί αποκρυπτογράφησης. Το αναγνωριστικό θα σταλεί στο σύννεφο και η ζητούμενη πληροφορία σε κρυπτογραφημένη μορφή θα μεταφερθεί στον τοπικό υπολογιστή που υπέβαλε το αίτημα. Κατόπιν οι πληροφορίες αυτές θα αποκρυπτογραφηθούν και θα ελεγχθούν με χρήση του κλειδιού κρυπτογράφησης. Η κοινή χρήση δεδομένων μεταξύ διαφορετικών χρηστών εξασφαλίζεται με την απλή αποστολή του αναγνωριστικού και του κλειδιού κρυπτογράφησης.

2.7 Μειονεκτήματα Cloud Computing

Το Cloud Computing έχει ορισμένα μειονεκτήματα-περιορισμούς τα οποία πρέπει να εξαλειφθούν με την πάροδο των ετών προκειμένου να επιτευχθεί μια καλύτερη και πιο ιδανική χρήση. Ορισμένες επιχειρήσεις και ειδικά οι μικρότερες πρέπει να γνωρίζουν αυτούς τους περιορισμούς προτού χρησιμοποιήσουν την τεχνολογία αυτή.²⁶

²⁴ Santos N., Gummadi K., Rodriques R.; (2009); "Towards Trusted Cloud Computing"; In Proceedings of the 2009 conference on Hot topics in cloud computing. USENIX Association.

²⁵ Kamara S., Lauter K., (2010); "Cryptographic Cloud Storage"; Microsoft research

²⁶ https://www.researchgate.net/publication/327386664_Secure_Machine_Learning_scenario_from_Big_Data_in_Cloud_Computing_via_Internet_of_Things_network

- Cloud Computing: Ασφάλεια

Ένα σημαντικό θέμα του Cloud Computing είναι το θέμα ασφαλείας. Πριν κάποιος υιοθετήσει αυτή την τεχνολογία, θα πρέπει να γνωρίζει ότι όλες οι ευαίσθητες πληροφορίες της εταιρείας θα παραδοθούν σε τρίτο παροχέα υπηρεσιών Cloud. Αυτό θα μπορούσε ενδεχομένως να θέσει την εταιρεία σε μεγάλο κίνδυνο. Ως εκ τούτου, κάποιος πρέπει να είναι απολύτως βέβαιος ότι θα επιλέξει τον πιο αξιόπιστο πάροχο υπηρεσιών, ο οποίος θα διατηρήσει τις πληροφορίες εντελώς ασφαλείς.

- Cloud Computing: Συνδεσιμότητα

Η σύνδεση στο διαδίκτυο είναι κρίσιμη για το Cloud Computing. Έτσι, ο χρήστης θα πρέπει να είναι βέβαιος ότι υπάρχει καλό αποτέλεσμα πριν επιλέξει αυτές τις υπηρεσίες. Δεδομένου ότι όλοι κατέχουν μια κινητή συσκευή που είναι συνδεδεμένη με το διαδίκτυο, που είναι ο κανόνας στον ασύρματο κόσμο του σήμερα, το Cloud Computing έχει μια πολύ μεγάλη βάση πιθανών χρηστών.

- Cloud Computing: Απόδοση

Μια άλλη σημαντική ανησυχία του Cloud Computing αφορά στην απόδοσή του. Ορισμένοι χρήστες θεωρούν ότι η απόδοση δεν είναι τόσο καλή όσο στις μητρικές εφαρμογές. Επομένως, συνιστάται ο έλεγχος με έναν πάροχο υπηρεσιών.

- Cloud Computing: Καθυστέρηση

Στο Cloud Computing, η λανθάνουσα κατάσταση (μερικές φορές αναφέρεται ως χρόνος μετασχηματισμού) ορίζεται ως ο χρόνος που απαιτείται για την εκφόρτωση του υπολογισμού και την επιστροφή των αποτελεσμάτων από την κοντινή υποδομή ή το σύννεφο.

- Cloud Computing: Απόρρητο

Το απόρρητο των δεδομένων είναι σημαντικό και αποτελεί ένα από τα κύρια εμπόδια που περιορίζουν τους καταναλωτές από την υιοθέτηση του Cloud Computing. Επομένως, για να κερδηθεί η εμπιστοσύνη των καταναλωτών στο Cloud, τα μοντέλα εφαρμογών πρέπει να υποστηρίζουν την ανάπτυξη εφαρμογών με την προστασία της ιδιωτικής ζωής και τους σιωπηρούς μηχανισμούς επαλήθευσης ταυτότητας.

3 Εφαρμογές του computing cloud

3.1 Εμπορικές εφαρμογές

Οι εμπορικές εφαρμογές cloud computing περιλαμβάνουν κυρίως συστήματα CRM και εφαρμογές ηλεκτρονικού εμπορίου καθώς και ένα πλήθος άλλων εφαρμογών όπως ανάλυση δεδομένων και διαχείριση παγίων. Η συμβατότητα των εφαρμογών μεταξύ τους επιτρέπει την εύκολη ανταλλαγή δεδομένων ενώ εξοικονομείται χρόνος εκπαίδευσης του προσωπικού.

Παραδείγματα εφαρμογών είναι οι αναλύσεις δεδομένων, διαχείρισης παγίων, επεξεργασία εμπορικών δεδομένων, επικοινωνίας και το ηλεκτρονικό εμπόριο. Τα πλεονεκτήματα είναι ότι υπάρχει ομοιογένεια των εφαρμογών και έτσι επιτυγχάνεται η εύκολη ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ των επιχειρήσεων – υπηρεσιών και επίσης ότι αποφεύγεται η επανεκπαίδευση του προσωπικού κατά την μετάθεση του από μια υπηρεσία σε μια άλλη.

3.2 Υπηρεσίες Πληροφορικής

Περιλαμβάνονται εργαλεία σουίτας γραφείου (επεξεργασία κειμένου, spreadsheet, project management κτλ), όπως επίσης εργαλεία που επιτρέπουν την online συνεργασία μεταξύ ατόμων ή ομάδων ατόμων (collaboration applications).

Επιτρέπει στους συμβεβλημένους και αγοραστές των υπηρεσιών αυτών να χρησιμοποιούν εφαρμογές χωρίς να χρειάζονται εγκατάσταση αλλά και να έχουν πρόσβαση σε όλα τους τα αρχεία οποιαδήποτε στιγμή και σε οποιοδήποτε μέρος και αν βρίσκονται έχοντας μόνο έναν υπολογιστή συνδεδεμένο στο διαδίκτυο.

Με άλλα λόγια, το cloud computing προσφέρει την Πληροφορική Τεχνολογία (information technology) ως υπηρεσία (IT-as-a-Service). Αντί να δημιουργήσει κανείς ολόκληρη τεχνολογική υποδομή για να φιλοξενεί βάσεις δεδομένων και λογισμικά, τρίτοι αναλαμβάνουν τη συγκεκριμένη φιλοξενία σε μεγάλες εκτάσεις με servers.

Υπάρχουν και άλλες συγγενείς μορφές cloud computing όπου αντί του διαδικτύου χρησιμοποιείται το ευρύτερο δίκτυο της επιχείρησης (private cloud) ή ο συνδυασμός και των δύο (hybrid cloud).

3.3 Υπηρεσίες Ενίσχυσης Παραγωγικότητας (Productivity Apps)

Στις εφαρμογές ενίσχυσης παραγωγικότητας βρίσκουμε εργαλεία σουίτας γραφείου, διαχείρισης έργων, λογισμικό που επιτρέπει την συνεργασία μεταξύ ατόμων ή ομάδων (collaboration tools), διαχείριση περιεχομένου και άλλες. Εδώ πάλι έχουμε τα πλεονεκτήματα, της κοινής χρήσης, της ομοιογένειας των εφαρμογών και την αποφυγή επανεκπαίδευσης. Οι ειδικοί συμφωνούν σε μια ομάδα κοινών πρωτοβουλιών για την ενίσχυση της παραγωγικότητας: ευέλικτη εργασία, εφαρμογές cloud computing, διαχείριση της γνώσης, καλύτερη επικοινωνία, εκπαίδευση και μέτρα για την υγεία, όπως το να προσφέρεται στους εργαζόμενους η δυνατότητα να έρχονται με ποδήλατο ή περπατώντας στη δουλειά.

Με αυτήν την τελευταία έρευνα, η οποία κατέγραψε τις απόψεις πάνω από 20.000 ανώτερων διοικητικών στελεχών και επιχειρηματιών σε 95 χώρες, εξετάστηκε βαθύτερα το θέμα της ευέλικτης εργασίας. Οι εργαζόμενοι στις επιχειρήσεις πιστεύουν ότι η ευέλικτη εργασία βοηθά στη βελτίωση της παραγωγικότητας των εργαζομένων μειώνοντας τους χώρους γραφείων που δεν χρησιμοποιούνται και τον χρόνο μετακίνησης αλλά και βοηθώντας τους εργαζομένους να είναι πιο αποτελεσματικοί. Η ευέλικτη εργασία ενθαρρύνει την ευρύτερη έννοια της ευθύνης, την καλύτερη λήψη αποφάσεων και την δημιουργικότητα.

3.4 Εφαρμογές Κοινωνικής Δικτύωσης (Social Media Apps)

Η έννοια του κοινωνικού δικτύου μας παραπέμπει σε μια κοινωνική δομή (social structure), που στη βασική της θεώρηση αποτελείται από κόμβους (nodes) και δεσμούς (ties) μεταξύ των κόμβων. Οι κόμβοι μπορεί να είναι άνθρωποι ή οργανισμοί και οι δεσμοί μπορεί να είναι κάθε είδους σχέσεις μεταξύ των κόμβων αλλά και κάθε είδους αλληλεξαρτήσεις.

Τέτοιες αλληλεξαρτήσεις μπορεί να είναι κοινές αξίες, οράματα ή ιδέες, οικονομικές συναλλαγές, φιλίες, συγγένειες, αντιπάθειες, αντιπαραθέσεις, εμπορικές σχέσεις, διαδικτυακές διασυνδέσεις, μεταφορά ασθενειών, ή ακόμα και αεροπορικές διαδρομές. Αν και η μελέτη των κοινωνικών δικτύων είναι ιδιαίτερα πολύπλοκη, όσο διευρύνεται το πλέγμα των σχέσεων και ο αριθμός των κόμβων, στην πιο απλή του αποτύπωση, ένα

κοινωνικό Δίκτυο μπορεί να αποτυπωθεί με τη χρήση ενός χάρτη στον οποίο απεικονίζονται οι κόμβοι (σημεία) και οι δεσμοί (γραμμές που συνδέουν τα σημεία).

Η δημιουργία προσωπικού προφίλ, η αναζήτηση φίλων, η διασύνδεση, η δημιουργία ομάδων φίλων και διαδικτυακών κοινοτήτων, η δημοσίευση και διαμοίραση εικόνων, βίντεο και φωτογραφιών, ο σχολιασμός και η σήμανση φωτογραφιών και εικόνων, καθώς και η ανταλλαγή μηνυμάτων είναι κάποιες μόνο από τις πολυάριθμες λειτουργικές δυνατότητες των ιστοχώρων κοινωνικής δικτύωσης.

Όταν χρησιμοποιούμε τον όρο κοινωνικό δίκτυο, θεωρούμε ότι αναφερόμαστε στο σύνολο των σχέσεων που αναπτύσσονται σε μια συγκεκριμένη ομάδα. Στο πλαίσιο της θεωρίας των κοινωνικών δικτύων, κάθε διαφορετική σχέση, οποιαδήποτε μορφή και αν λαμβάνει, εκφράζει αυτόματα και τη σύνδεση δύο υποκειμένων. Σε μια ομάδα που ερευνάται με τις τεχνικές και μεθόδους της ανάλυσης κοινωνικών δικτύων το σύνολο των καταγεγραμμένων σχέσεων αποτυπώνονται γραφικά με κόμβους (nodes) που εκφράζουν τα άτομα και γραμμές που εκφράζουν τις συνδέσεις μεταξύ τους. Αυτή η σχεδόν απλή σχηματική απεικόνιση αποκτά νόημα με ποσοτικούς όρους ανάλυσης στην κοινωνική έρευνα, αποκαλύπτοντας τη γεωμετρία της δομής της υπό έρευνα ομάδας, όπως αυτή γίνεται αντιληπτή και κατανοητή από το πλέγμα των καταγεγραμμένων σχέσεων που αναπτύσσουν τα διακριτά μέλη που την αποτελούν.

Σήμερα, υπάρχουν πολλοί ιστότοποι κοινωνικής δικτύωσης. Οι ιστότοποι διακρίνονται σε κατηγορίες ανάλογα με:

- Το αντικείμενο τους
- Τον τρόπο εγγραφής και συμμετοχής μελών
- Τον τρόπο επικοινωνίας μεταξύ των μελών της

4 Computing Cloud και επιχειρήσεις

4.1 Η αξία του cloud στις επιχειρήσεις

Το computing cloud βρίσκεται στο προσκήνιο του τομέα της πληροφορικής και είναι πολλοί εκείνοι που προσπαθούν να προσδιορίσουν την αξία του για τις επιχειρήσεις αλλά και την πολιτική γενικότερα. Πολλές φορές η σύγκριση μεταξύ κόστους κεφαλαίου και λειτουργικού κόστους καθώς και η έννοια της ευελιξίας και της ελαστικής φύσης του computing cloud αναφέρονται συχνά. Αυτό που ερωτάται είναι πως μπορεί κάποιος να αξιολογήσει την αξία του computing cloud μέσα από επιχειρηματικά πλαίσια.

Δεν υπάρχει ένας ακριβής τύπος ή τεχνική που αναδεικνύει κατά πόσο έχει όφελος η τεχνολογία από την εφαρμογή αυτή. Αυτό που χαρακτηρίζει το computing cloud είναι η αξία που έχει για τις επιχειρήσεις και οι αλλαγές και βελτιώσεις που προσφέρει. Οι επιχειρήσεις έτσι εξετάζουν λεπτομερώς την αρχιτεκτονική της τεχνολογίας που έχουν, το πώς λειτουργεί και πόσο σωστά. Πρέπει να υπάρχει ένα πλάνο βελτίωσης ώστε να κατανέμονται τα στοιχεία της υπάρχουσας αρχιτεκτονικής όσο πιο σωστά γίνεται στο «σύννεφο». Είναι σημαντικό να είναι σαφής η βελτίωση του τρόπου με τον οποίο διεξάγονται οι διαδικασίες καθώς οι επιχειρήσεις μετακινούνται από την μια πλατφόρμα στην άλλη.

Η ικανότητα μιας επιχείρησης είναι να έχει την δυνατότητα να αντιδρά γρήγορα και εύκολα στα προβλήματα και στις ανάγκες της αλλάζοντας τις τεχνολογικές λύσεις της. Το cloud computing προσφέρει ευελιξία και δυνατότητα αφού οι επιχειρήσεις μπορούν και εφαρμόζουν λύσεις καθώς ο σκοπός, η επιχείρηση, το περιβάλλον αλλάζουν χωρίς να επιβαρύνονται με επιπλέον κόστη. Επίσης, σημαντικό είναι πως δεν χρειάζεται να αγοραστεί από την αρχή το υλικό και το λογισμικό, τα οποία είναι σημαντικοί παράγοντες όσον αφορά το κόστος. Η εξοικονόμηση του χρόνου λειτουργίας είναι η ικανότητα να αποκτά γρήγορα και εύκολα ότι χρειάζεται για την ικανοποίηση των αναγκών της. Όταν η επιχείρηση εξοικονομεί χρόνο λειτουργίας μπορεί μια μέρα να ανακαλύψει ότι χρειάζεται επιπλέον χώρο αποθήκευσης για μια συγκεκριμένη εφαρμογή και την επόμενη μέρα η εφαρμογή να είναι σε θέση να τρέχει κανονικά σε μια cloud υπηρεσία.

Η Ελλάδα δεν είναι η χώρα που φημίζεται για την πρωτοπορία των επιχειρήσεων της σε ότι έχει να κάνει με την υιοθέτηση των νέων τεχνολογικών λύσεων. Κάτι αντίστοιχο συνέβη και όσον αφορά στο cloud computing αν και στην προκειμένη περίπτωση έχουν δει να υπάρχει μια κινητικότητα τα τελευταία χρόνια.

Σε αυτήν την κινητικότητα έχει βοηθήσει και το γεγονός ότι αρκετές εταιρίες επικοινωνιών και πληροφορικής έχουν αρχίσει να προωθούν τις λύσεις που έχουν αναφορικά με το cloud computing, με αποτέλεσμα με σταθερά βήματα οι ελληνικές επιχειρήσεις να αρχίζουν να βλέπουν με διαφορετικό μάτι την συγκεκριμένη προσέγγιση και να κατανοούν τα οφέλη που μπορεί να προσφέρει. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι οι αρκετοί τηλεπικοινωνιακοί πάροχοι έχουν στραφεί προς το cloud computing με πιο ενδιαφέρουσα περίπτωση αυτή της hellas online, η οποία είναι από τις εταιρείες που έχουν δώσει μεγάλη έμφαση στο συγκεκριμένο τομέα προσφέροντας μια ολοκληρωμένη γκάμα υπηρεσιών.

Σύμφωνα με τους Khajeh-Hosseini et.al (2010a),²⁷ αν μια δομή Νέφους διαχειρίζεται από την επιχείρηση και όχι από τρίτους τότε ευνοείται η επιχείρηση γιατί έχει ευκαιρίες να βελτιώσει τη διαχείριση των εσόδων και των εξόδων τόσο για εσωτερικά οικονομικά ζητήματα όσο και για συνδιαλλαγές με πελάτες. Ευνοεί τη διαχείριση της ροής κεφαλαίου στα εσωτερικά οικονομικά ζητήματα, ενώ παράλληλα μειώνει τη μεταβλητότητα στις ανάγκες ηλεκτρισμού. Η δομή του Νέφους είναι πολύ βοηθητική για το οικονομικό τμήμα της επιχείρησης καθώς μειώνει τον διοικητικό φόρτο εργασίας. Η μεταβίβαση, όμως, όλων αυτών των διαδικασιών σε τρίτους παρέχει λύσεις με νέα μοντέλα κοστολόγησης, τα οποία βοηθούν στη διαχείριση των εσόδων από τους πελάτες, από τις πωλήσεις και από το μάρκετινγκ.

Σε πολλές επιχειρήσεις ένα εκτιμώμενο ως χαμηλό διοικητικό κόστος μπορεί να είναι αρκετά υψηλό όταν τα τμήματα είναι διάσπαρτα σε ένα κτήριο, συχνά πολύ υψηλότερο από τη διατήρηση και συντήρηση του μηχανολογικού εξοπλισμού που συμβάλει στη διοίκηση. Με τη συμβολή του Cloud Computing οι επιχειρήσεις μπορούν να υποσκελίσουν το διοικητικό κόστος. Είναι σημαντικό να γίνει αντιληπτό ότι αυτά που

²⁷ Khajeh-Hosseini, A., Greenwood, D., Sommerville, I., (2010a). «Cloud Migration: A Case Study of Migrating an Enterprise IT System to IaaS», στο IEEE CLOUD 2010.

θεωρούνται χαμηλά διοικητικά κόστη μπορούν πριν τη μεταφορά σε λειτουργίες Νέφους να είναι αρκετά υψηλότερα από το κόστος χρήσης του Νέφους. (Καραδήμας, Δ, 2012)²⁸.

Συνοψίζοντας τα κυριότερα οφέλη θα λέγαμε ότι είναι τα εξής:

- 1) Σημαντική μείωση κόστους για τη διαχείριση και συντήρηση της IT υποδομής ενός κέντρου πληροφοριών εντός της επιχείρησης.
- 2) Η χρήση υπολογιστικών πόρων γίνεται ορθότερα με τη χρήση Cloud Computing, χωρίς να γίνεται σπατάλη αυτών.
- 3) Οι υπηρεσίες Νέφους καταφέρνουν μέσα από τις οικονομίες κλίμακας να μειώσουν τις απαιτήσεις σε ενέργεια, άρα και το συνολικό κόστος, για τη διαχείριση πληροφοριών.
- 4) Η τεχνολογία του νέφους καθιστά τις τεχνολογίες αιχμής των πληροφοριών προσβάσιμες στο ευρύ επιχειρηματικό κοινό με χαμηλό κόστος επένδυσης και χαμηλό επενδυτικό ρίσκο.
- 5) Η τεχνολογία του νέφους καταργεί φραγμούς εισόδου σε νέες αγορές και κατά συνέπεια ανοίγει επιχειρηματικές ευκαιρίες
- 6) Δυνατότητα πλήρους προσαρμογής και διαμόρφωσης των υπηρεσιών
- 7) Απόλυτη ασφάλεια των δεδομένων της τόσο σε επίπεδο φυσικής πρόσβασης όσο και σε επίπεδο δικτύου, λογισμικού και αποθήκευσης (πιστοποίηση ISO27001).

4.2 Η συμβολή του cloud στην ανάπτυξη των μικρομεσαίων επιχειρήσεων

Το Cloud θα συμβάλει στον μετασχηματιστικό των επιχειρήσεων, ιδίως στις μικρές και μεσαίου μεγέθους επιχειρήσεις, καθώς οι αναλύσεις δεδομένων, η τεχνητή νοημοσύνη και άλλες δυνατότητες διατίθενται ως υπηρεσίες.

Το cloud computing έχει ξεκάθαρα, μετρήσιμα οφέλη για τις εταιρείες: Μπορεί να διευκολύνει την ευέλικτη και ταχεία ανάπτυξη πληροφορικής, να μειώσει το κόστος υποδομής και αναβάθμισης, καθώς και να απλοποιήσει της απαιτήσεις διαχείρισης πληροφορικής.²⁹ Όμως, ειδικά οι μικρομεσαίες επιχειρήσεις (ΜΜΕ) έχουν πολλές

²⁸ Καραδήμας Δ., (2012), «C loud Computing», Αναρτήθηκε: 11 Ιανουαρίου, 2012, από <http://www.scribd.com>.

²⁹ <https://www.oracle.com/assets/fy16q2-one-cy-web-2680245-en-cy.pdf>

επιφυλάξεις για τη χρήση των υπηρεσιών cloud, όπως δείχνουν διάφορες μελέτες που έγιναν τους τελευταίους μήνες.

Η τρέχουσα τάση προς ψηφιοποίηση και δικτύωση – την οποία χρησιμοποιούν ουσιαστικά όλες οι επιχειρηματικές διεργασίες και τα μοντέλα σε όλους τους κλάδους – αυξάνει τη σημασία του cloud computing. Οι προμηθευτές έχουν αναπτύξει ειδικευμένες λύσεις για τη βελτιστοποίηση των δικτύων και της κυκλοφορίας δεδομένων (γνωστές ως Content Delivery Network), διευκολύνοντας σε μεγάλο βαθμό την αυτοματοποίηση των διαδικασιών. Οι πελάτες επωφελούνται από πρακτικά απεριόριστη επεκτασιμότητα, ενώ οι εφαρμογές τους λειτουργούν σε όλες τις τοποθεσίες και τις συσκευές. Τα επόμενα χρόνια, οι πελάτες θα αναμένουν πιο ουσιαστικές υπηρεσίες από τις MME. Χωρίς υποστήριξη από το cloud, οι εταιρείες μπορεί να δυσκολευτούν να συνεχίσουν να παρέχουν αποδοτικά τέτοιες υπηρεσίες

Για να υιοθετήσουν οι Μικρομεσαίες Επιχειρήσεις το cloud computing, η αγορά της πληροφορικής πρέπει να φροντίσει να επικοινωνήσουν τα οφέλη του και να εξαλειφθούν οι όποιες ανησυχίες και αμφιβολίες υπάρχουν γύρω από αυτό.

Οι μικρές και οι μεσαίες επιχειρήσεις κερδίζουν σημαντικά οφέλη σε επίπεδο ασφάλειας της IT υποδομής τους χρησιμοποιώντας το cloud.³⁰

- ³¹ Εξασφαλίζουν σημαντικά υψηλότερα επίπεδα ασφάλειας και δεν θα πρέπει να ανησυχεί τόσο για τις απειλές στον κυβερνοχώρο.
- Οι μικρομεσαίες επιχειρήσεις που χρησιμοποιούν το cloud ξοδεύουν λιγότερο χρόνο κάθε εβδομάδα για τη διαχείριση της ασφάλειας συγκριτικά με εταιρίες που δεν χρησιμοποιούν το cloud. Επίσης έχουν τις πενταπλάσιες πιθανότητες να έχουν μειώσει τα έξοδά τους για τη διαχείριση ασφάλειας ως ποσοστό του συνολικού τους εξόδου σε επίπεδο πληροφοριακών συστημάτων.
- Ο χρόνος και τα χρήματα που οι επιχειρήσεις δαπανούσαν πριν χρησιμοποιήσουν υπηρεσίες cloud, πλέον δαπανώνται για την ανάπτυξη της επιχείρησης και την ενίσχυση της ανταγωνιστικότητάς τους ώστε να υπάρχει και η δυνατότητα να

³⁰https://www.researchgate.net/publication/325767407_Security_Privacy_Efficiency_of_Sustainable_Cloud_Computing_for_Big_Data_IoT

³¹ <https://www.protothema.gr/technology/article/202066/ereyna-gia-ta-ofelh-toy-cloud-computing-stis-epixeirhseis/>

προσλάβει επιπλέον προσωπικό σε θέσεις που είχαν άμεσα οφέλη για τις πωλήσεις και την ανάπτυξη της επιχείρησης και να γίνουν επενδύσεις για την ανάπτυξη προϊόντων και την καινοτομία

- Υπάρχει βελτίωση στην ευελιξία και στην ανταγωνιστικότητα. Και δίνει την δυνατότητα να προστεθούν νέα προϊόντα και νέες υπηρεσίες που ωφελούν τις επιχειρήσεις γρηγορότερα και με περισσότερη ασφάλεια.

Οπότε βλέπουμε ότι το cloud διευκολύνει όσον αφορά στην επεκτασιμότητα μιας επιχείρησής.

4.3 Γιατί το cloud είναι η ασφαλέστερη θέση για τα δεδομένα

Έχει πλέον έρθει η στιγμή οι επιχειρήσεις να μεταφέρουν τα δεδομένα τους από φυσικές εγκαταστάσεις αποθήκευσης σε μια ηλεκτρονική πλατφόρμα. Το cloud μας δίνει αυτή την δυνατότητα καθώς είναι πολύ ασφαλές. Δεδομένα που διατηρούνται μόνο σε τοπικά υπολογιστικά συστήματα είναι εύκολα προσβάσιμα από οποιονδήποτε. Αυτό μπορεί να κάνει μια επιχείρηση ή έναν οργανισμό αρκετά ευάλωτο. Τα δεδομένα χάνονται όταν ένας οργανισμός χάνει τον έλεγχο που ασκεί πάνω σε αυτά. Οι εφαρμογές cloud και οι τεχνολογίες virtualization μας δίνουν τον έλεγχο ξεκινώντας από το data center μέχρι την παράδοση στον τελικό αποδέκτη και έτσι εξασφαλίζεται η ασφάλεια των δεδομένων.

5 Οι σημαντικότερες εταιρίες- Δημοφιλέστερες εφαρμογές

5.1 Οι σημαντικότερες εταιρίες

Έχουν δημιουργηθεί αρκετές εταιρίες που παρέχουν υπηρεσίες cloud. Οι δημοφιλέστερες εταιρίες είναι:

- *SoftLayer*
- Joyent
- Citrix
- IBM
- Rackspace
- Google
- Salesforce.com
- Microsoft
- Amazon
- VMware

Η εταιρία SoftLayer ³² ιδρύθηκε στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής και προσφέρει διακομιστές προς ενοικίαση, φιλοξενία ιστοσελίδων και ολοκληρωμένες υπηρεσίες cloud computing. Η SoftLayer το 2013 εξαγοράστηκε από την IBM Cloud Services παρόλο που τότε ήταν ο μεγαλύτερος ιδιωτικός πάροχος υποδομής με πάρα πολλούς πελάτες και διακομιστές.

Η εταιρία IBM που ιδρύθηκε στην Νέα Υόρκη αρχικά δεν ασχολούνταν με υπηρεσίες cloud αλλά με το εμπόριο. Σήμερα, φυσικά αποτελεί μια από τις μεγαλύτερες εταιρίες cloud (IBM Smart Cloud) προσφέροντας υπηρεσίες IaaS, SaaS και PaaS. Κύριοι ανταγωνιστές της IBM είναι οι εταιρίες VMware και η Citrix.

Η εταιρία Citrix³³ ιδρύθηκε το 1989, στο Τέξας. Την δεκαετία του 1990, ήταν πρωτοπόρος στην δημιουργία thin client. Μετά την εξαγορά εταιριών την περίοδο 2005 έως 2012, εισήλθε στην αγορά του cloud computing. Οι υπηρεσίες που προσφέρει είναι: προϊόντα για virtualization σε desktop και εφαρμογές, Desktop as a Service (DaaS) και

³² <http://www.softlayer.com/>

³³ <https://www.citrix.com/>

την εφαρμογή CloudPlatform, η οποία χρησιμοποιεί σαν βάση το CloudStack της Apache για την δημιουργία cloud υποδομών.

Η άλλη μεγάλη ανταγωνίστρια εταιρία η VMware ³⁴ ιδρύθηκε το 1998 από τους Diane Greene, Mendel Rosenblum, Scott Devine, Edward Wang και Edouard Bugnion στο Πάλο Άλτο, Καλιφόρνια. Η εταιρία προσφέρει μια σωρεία λογισμικού και υπηρεσίες cloud και virtualization. Μερικές από αυτές είναι το Workstation που επιτρέπει την παράλληλη εκτέλεση πολλαπλών λειτουργικών συστημάτων σε ένα υπολογιστή, το vCloud Air μια πλατφόρμα δημόσιου cloud, με τρεις τύπους συνδρομών υποδομής ως υπηρεσία (IaaS) και το VSAN (Virtual Storage Area Network) για αποθήκευση αρχείων.

Η εταιρία Amazon ιδρύθηκε το 1994 από τον Jeff Bezos, στο Σιάτλ, Ουάσιγκτον. Ξεκίνησε να πουλάει βιβλία και αργότερα επεκτάθηκε και στους τομείς των CD, DVD, Blu-rays, MP3, audiobook, λογισμικό, video games κ.ά.. Σήμερα προσφέρει υπηρεσίες cloud computing και είναι μια από τις μεγαλύτερες εταιρίες του χώρου. Το τμήμα Amazon Web Services ασχολείται με τις cloud υπηρεσίες, Μερικές από αυτές τις υπηρεσίες είναι οι Amazon Elastic Compute Cloud (EC2), που προσφέρει ιδιωτικούς εικονικούς διακομιστές, Amazon Simple Storage Service (S3), που προσφέρει αποθηκευτικό χώρο στο cloud και η Amazon DynamoDB, που προσφέρει μια βάση δεδομένων NoSQL τροφοδοτούμενη από SSDs.

Η εταιρία Joyent ιδρύθηκε το 2004 αλλά τον πρώτο χρόνο λειτουργίας πρόσφερε μόνο υπηρεσίες φιλοξενίας ιστοσελίδων. Από το 2005 οι υπηρεσίες της εταιρίας επεκτάθηκαν στον τομέα του cloud computing. Οι υπηρεσίες της εταιρίας περιλαμβάνουν υποδομή και πλατφόρμα ως υπηρεσία (IaaS και PaaS αντίστοιχα) για μεγάλες επιχειρήσεις. Η εταιρία εξυπηρετεί πάνω από 30.000 πελάτες, συμπεριλαμβανομένου του LinkedIn και υποστηρίζεται από τις εταιρίες Intel, Dell, EMC και την Ισπανική τηλεφωνική εταιρία Telefonica.

Η εταιρία Salesforce.com ιδρύθηκε το 1999. Από τα αρχικά της χρόνια, σκοπός της εταιρία είναι η προσφορά cloud υπηρεσιών με έμφαση στο λογισμικό ως υπηρεσία (SaaS). Η εταιρία προσφέρει πάνω από 10 υπηρεσίες cloud computing. Μερικές από αυτές είναι η Force.com, μια υπηρεσία υποδομής ως υπηρεσία (IaaS) που ενσωματώνετε στις εφαρμογές της εταιρίας, η Desk.com, μια υπηρεσία εξυπηρέτησης πελατών και η Site.com, μια υπηρεσία που επιτρέπει την γρήγορη ανάπτυξη cloud εφαρμογών.

³⁴ <https://el.wikipedia.org/wiki/VMware>

Η εταιρία Rackspace ιδρύθηκε το 1998 στο Τέξας. Στα πρώτα χρόνια λειτουργίας πρόσφερε φιλοξενία ιστοσελίδων και ανάπτυξη διαδικτυακών εφαρμογών. Οι υπηρεσίες που προσφέρει με την ονομασία Rackspace Cloud, περιλαμβάνουν φιλοξενία διαδικτυακών εφαρμογών, πλατφόρμα ως υπηρεσία (Cloud Sites), αποθήκευση αρχείων (Cloud Files), ιδιωτικούς εικονικούς διακομιστές (Cloud Servers), ισορροπιστές φορτίου, βάσεις δεδομένων, αντίγραφα ασφαλείας και λογισμικό παρακολούθησης. Η εταιρία έγινε γνωστή χάρη στην δημιουργία του OpenStack σε συνεργασία με τη NASA. Ο λόγος που δημιουργήθηκε ήταν, επειδή η εταιρία δεν ήθελε να πληρώνει άλλες εταιρίες όπως η VMware για λογισμικό που δεν ήταν υπό τον έλεγχο της.

Η εταιρία Google ιδρύθηκε το 1998 από τους Larry Page και Sergey Brin στο Μένλο Παρκ, Καλιφόρνια. Όμως το Google είχε γεννηθεί το 1996, σαν ερευνητικό έργο όταν οι ιδρυτές του ήταν ακόμη φοιτητές στο πανεπιστήμιο του Στάνφορντ. Η ιδέα πίσω από το έργο αυτό, ήταν η δημιουργία μιας καλύτερης μηχανής αναζήτησης. Σήμερα έχει εξελιχθεί σε μια από τις μεγαλύτερες εταιρίες παγκοσμίως και προσφέρει υπηρεσίες ηλεκτρονικής διαφήμισης (απ' όπου προέρχονται τα περισσότερα έσοδα της), αναζήτησης, cloud computing και λογισμικού. Η Google προσφέρει πάνω από 15 υπηρεσίες cloud computing με την ονομασία Google Cloud Platform. Μερικές από αυτές είναι η Google Compute Engine, μια υπηρεσία υποδομής ως υπηρεσία (IaaS), η Google Cloud Storage για αποθήκευση αρχείων και η Google Cloud SQL, μια πλήρης MySQL βάση δεδομένων στους διακομιστές cloud της Google.

Τέλος, η εταιρία Microsoft ιδρύθηκε το 1975 στο Νέο Μεξικό.. Τα πρώτα της προϊόντα ήταν λογισμικό για υπολογιστές και τα λειτουργικά συστήματα MS-DOS και Windows. Σήμερα προσφέρει μια ποικιλία προϊόντων: υλικό και λογισμικό υπολογιστών, και ηλεκτρονικές συσκευές όπως το Surface και το Xbox. Η πλατφόρμα cloud της Microsoft ονομάζεται Azure, για ανάπτυξη εφαρμογών και υπηρεσιών μέσω ενός παγκόσμιου δικτύου data centers. Περιλαμβάνει υπηρεσίες, πλατφόρμας ως υπηρεσία (PaaS) και υποδομής ως υπηρεσία (IaaS) και υποστηρίζει πολλές και διαφορετικές γλώσσες προγραμματισμού. Το Microsoft Azure θα αναλυθεί λεπτομερώς στα επόμενα κεφάλαια.

5.2 Οι Δημοφιλέστερες εφαρμογές cloud computing

Ολοένα και περισσότερες επιχειρήσεις στρέφονται στις cloud εφαρμογές, μικρές και μεγάλες επιχειρήσεις χρησιμοποιούν cloud εφαρμογές. Οι δημοφιλέστερες εφαρμογές είναι το Microsoft Azure από το Microsoft Office 365, το Netsuite, το Jira, το Adobe Creative WebEx, το DocuSign, Workday, το Dropbox, το Zendesk, το Amazon Web Services, το Concur, το Box, το Salesforce και το iCloud, Evernote

Το Yammer³⁵ είναι ένα ιδιωτικό κοινωνικό δίκτυο που σας βοηθά να συνδεθείτε με τα κατάλληλα άτομα, να μοιραστείτε πληροφορίες ανάμεσα σε ομάδες και να οργανώσετε έργα. Μόνο οι συνεργάτες σας μπορούν να συμμετέχουν, επομένως οι επικοινωνίες σας στο Yammer είναι ασφαλείς και ορατές μόνο σε άτομα εντός της εταιρείας σας. Μέσα από το κοινωνικό δίκτυο μπορούν να επικοινωνούν σαν ομάδες, να στέλνουν φωτογραφίες, έγγραφα, βίντεο και να επεξεργάζονται έγγραφα ομαδικά. Το Yammer ανήκει πλέον στην σουίτα εφαρμογών του office 365.

Το Office 365 είναι μια σουίτα εφαρμογών με μηνιαία συνδρομή. Για τους απλούς χρήστες περιλαμβάνει την χρήση των Office εφαρμογών (Word, Excel, PowerPoint, Access, Outlook, OneNote), αποθηκευτικό χώρο στο One Drive και 60 λεπτά ομιλίας στο Skype. Για τις εταιρίες προσφέρει επιπλέον, ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, υπηρεσίες κοινωνικού δικτύου μέσω Skype και Exchange Server και ενσωμάτωση με το Yammer. Λειτουργικό σύστημα: Windows, OS X

Το NetSuite³⁶, μια σουίτα επαγγελματικών εφαρμογών, προσφέρει παρακολούθηση οικονομικών αποτελεσμάτων, διαχείριση πωλήσεων, εξυπηρέτηση πελατών και ηλεκτρονικό εμπόριο. Η πρόσβαση σε αυτές τις υπηρεσίες γίνεται, με μηνιαία συνδρομή. Κυρίως οι εφαρμογές αυτές απευθύνονται σε μεσαίες επιχειρήσεις.

³⁵<https://support.office.com/el-gr/article/%CE%9A%CE%B1%CE%BB%CF%8E%CF%82-%CE%BF%CF%81%CE%AF%CF%83%CE%B1%CF%84%CE%B5-%CF%83%CF%84%CE%BF-yammer-02ac514e-cf1d-4060-9cde-6038ca812ede>

³⁶<https://www.netsuite.com/portal/home.shtml>

Το Jira³⁷ που έχει πάρει το όνομα του από τη λέξη Gojira (το Ιαπωνικό όνομα του Godzilla), είναι ένα λογισμικό ανάπτυξης εφαρμογών που προσφέρει εντοπισμό σφαλμάτων και άλλων θεμάτων, καθώς και δυνατότητες διαχείρισης έργου.

Το Adobe Creative είναι μια cloud σουίτα, των γνωστών εφαρμογών της Adobe. Περιλαμβάνει εφαρμογές δημιουργίας γραφικών, επεξεργασίας βίντεο, ανάπτυξης ιστοσελίδων και φωτογραφίας. Όλες είναι διαθέσιμες με μια μηνιαία συνδρομή. Ο χρήστης κατεβάζει τις εφαρμογές από την ιστοσελίδα της εταιρία και τις χρησιμοποιεί μέχρι τη λήξη της συνδρομής.

Μια εφαρμογή WebEx της Cisco προσφέρει ηλεκτρονικές συναντήσεις, τηλεδιάσκεψη μέσω διαδικτύου και τηλεδιάσκεψη με βίντεο.

Το DocuSign είναι μια εφαρμογή που σου επιτρέπει να υπογράψεις ηλεκτρονικά βοηθώντας τις εταιρίες να αντικαταστήσουν τις έντυπες φόρμες με ηλεκτρονικές. Επίσης προσφέρει υπηρεσίες ταυτοποίησης και διαχείρισης ταυτότητας χρήστη

Το Workday είναι μια σουίτα εφαρμογών για διαχείριση οικονομικών και διαχείριση του ανθρώπινου δυναμικού μιας επιχείρησης.

Το Dropbox είναι μια εφαρμογή αποθήκευσης στο cloud, διαμοιρασμού αρχείων, συγχρονισμού και συνεργασίας. Επιτρέπει στους χρήστες να δημιουργήσουν ένα φάκελο, ο οποίος θα περιέχει τα ίδια δεδομένα ανεξάρτητα την συσκευή. Επίσης θα έχει πρόσβαση στο φάκελο και διαδικτυακά, από την ιστοσελίδα της εταιρίας.

Το Zendesk είναι μια υπηρεσία cloud, για εξυπηρέτηση πελατών, που προσφέρει ευκολότερη αλληλεπίδραση μεταξύ εταιριών και πελατών

Το Amazon Web Services αποτελεί μια από τις παλαιότερες cloud εφαρμογές. Η ιστοσελίδα τους επιτρέπει την φιλοξενία εφαρμογών.

Το Box είναι μια εφαρμογή αποθήκευσης και διαμοιρασμού αρχείων στο cloud για εταιρίες. Επίσης υποστηρίζει διαχείριση περιεχομένου. Η υπηρεσία είναι δωρεάν και είναι διαθέσιμη και για απλούς χρήστες

Το Concur, μια εφαρμογή της εταιρίας SAP, προσφέρει υπηρεσίες διαχείρισης ταξιδιού και εξόδων για επιχειρήσεις. Περιλαμβάνει κράτηση εισιτηρίων, ξενοδοχείου, αυτόματη αναφορά εξόδων, αποζημίωση, λογιστικό έλεγχο και ενσωμάτωση επαγγελματικής κάρτας

Το Google Apps είναι μια σουίτα εφαρμογών, περισσότερη γνωστή για την συνεργατική επεξεργασία δεδομένων. Περιλαμβάνει εφαρμογές ηλεκτρονικού

³⁷ [https://en.wikipedia.org/wiki/Jira_\(software\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Jira_(software))

ταχυδρομείου (Gmail), επεξεργαστή κειμένου (Docs), λογιστικά φύλλα (Sheets), λογισμικό παρουσίασης (Slides), αποθήκευση στο cloud (Drive), ημερολόγιο (Calendar) κ.ά..

Το Salesforce ³⁸ είναι μια σουίτα εφαρμογών που χρησιμοποιείται συνήθως από τα τμήματα πωλήσεων και μάρκετινγκ, για παρακολούθηση πελατών και συμβολαίων (μια κατηγορία προϊόντων γνωστή ως διαχείριση πελατειακών σχέσεων), καθώς και στην δημιουργία μάρκετινγκ εκστρατειών και στην εξυπηρέτηση πελατών.

Η εφαρμογή iCloud ³⁹ της Apple είναι από τις πιο διαδεδομένες στον επιχειρηματικό κόσμο. Παρέχει αποθηκευτικό χώρο και δημιουργία αντιγράφων ασφαλείας σε 320 εκατομμύρια χρήστες, ενώ μοιράζονται φωτογραφίες, μουσική και επιχειρηματικά έγγραφα.

Το Evernote είναι μια δωρεάν εφαρμογή αποθήκευσης και οργάνωσης σημειώσεων. Οι σημειώσεις μπορεί να είναι ένα κομμάτι κειμένου, μια πλήρης ιστοσελίδα ή κομμάτι της, μια φωτογραφία, ένα ηχητικό μήνυμα ή ένα χειρόγραφο κείμενο. Λειτουργικό σύστημα: ανεξάρτητο λειτουργικού

Το Azure είναι η δημόσια πλατφόρμα cloud της Microsoft και προσφέρει υπηρεσίες υπολογισμού, ανάλυσης, αποθήκευσης και δικτύωσης. Οι χρήστες μπορούν να διαλέξουν από αυτές τις υπηρεσίες και να αναπτύξουν νέες εφαρμογές ή να τρέξουν δικές τους εφαρμογές στο cloud. Λειτουργικό σύστημα: Windows, Linux (The 24 most popular cloud apps used at work 2016) (Most Used Cloud Apps in Enterprises 2016)

Υπάρχουν και cloud εφαρμογές ανοιχτού κώδικα όπως το openstack, το synnefo, το oneye, το owncloud, το appsale, το cloud foundry, το cloud9 IDE, το Dirigible, το duplicati, το ceph, το gluster, το docker, το xen, το hadoop, το group-office, το opentaps, το orangeHRM και το OpenHAB

³⁸ <https://www.salesforce.com/eu/?ir=1>

³⁹ <https://el.wikipedia.org/wiki/ICloud>

6 Azure

6.1 Εισαγωγή



Τα Windows Azure αποτελούν cloud-based υπηρεσίες και συνιστούν τα θεμέλια της Πλατφόρμας Υπηρεσιών Azure, πρωτοπορία της Microsoft, που βοηθάει τους προγραμματιστές να δημιουργήσουν την επόμενη γενιά λύσεων, από cloud-based εφαρμογές έως εφαρμογές για τα data centers. Η Πλατφόρμα Υπηρεσιών Azure παρέχει στους προγραμματιστές τη δυνατότητα να δημιουργούν εφαρμογές, αξιοποιώντας υπάρχουσες δυνατότητες και τεχνολογίες, επέκταση εφαρμογών του ιστού στο διαδίκτυο, καθώς και την διαχείριση τους χρησιμοποιώντας τα datacenters της Microsoft. Επιπλέον υποστηρίζει τα πρωτόκολλα όπως REST, POST και XML.

Το Windows Azure είναι μια πλατφόρμα η οποία περιλαμβάνει ένα λειτουργικό σύστημα και έναν ή περισσότερους τρόπους αποθήκευσης δεδομένων, ώστε να μπορούν οι χρήστες να έχουν τα θεμιτά αποτελέσματα μέσω των εφαρμογών που εκτελούνται και την αποθήκευση δεδομένων σε ένα διαδικτυακά προσβάσιμο κέντρο δεδομένων.

Συνεργάζεται άψογα με τις εφαρμογές της Microsoft και είναι συμβατό σε ικανοποιητικό βαθμό με τις υπόλοιπες εφαρμογές που τρέχουν στα Windows. Η πλατφόρμα του Windows Azure αποτελεί το θεμέλιο για την εκτέλεση εφαρμογών και την αποθήκευση των δεδομένων στο cloud.

6.1.1 Συστατικά του Windows Azure

Τα κύρια συστατικά του Windows Azure είναι τα εξής:

- **Compute:** Οι εφαρμογές που εκτελούνται στο cloud της Microsoft εκτελούνται κατά το πλείστον σε περιβάλλον Windows Server, αν και το μοντέλο προγραμματισμού του Windows Azure δεν είναι ακριβώς το ίδιο με το πρότυπο των Windows Server
- **Storage:** Αποθηκεύονται δυαδικά και δομημένα δεδομένα στο cloud της Microsoft
- **Fabric controller:** Ο Fabric Controller αναπτύσσει, διαχειρίζεται και παρακολουθεί τις εφαρμογές, καθώς επίσης διαχειρίζεται και τις ενημερώσεις λογισμικού του συστήματος σε ολόκληρη την πλατφόρμα του Window Azure.
- **Content Delivery Network (CDN):** Το CDN επιταχύνει την παγκόσμια πρόσβαση σε δεδομένα του Windows Azure από τη διατήρηση της προσωρινής αποθήκευσης αντιγράφων των δεδομένων σε όλο τον κόσμο.
- **Connect:** Επιτρέπεται η δημιουργία συνδέσεων σε επίπεδο IP μεταξύ των εσωτερικών υπολογιστών και των εφαρμογών του Windows Azure.

Το Windows Azure computer μπορεί να τρέξει πολλά διαφορετικά είδη εφαρμογών.

Για οποιαδήποτε εφαρμογή, ωστόσο, πρέπει να εφαρμοστούν ένας ή περισσότεροι ρόλοι. Το Windows Azure συνήθως τρέχει πολλαπλά instances του κάθε ρόλου, με ενσωματωμένη εξισορρόπηση ώστε το φορτίο να εξαπλώνεται.

Στην τρέχουσα έκδοση των Windows Azure, οι προγραμματιστές μπορούν να επιλέξουν ένα από τα τρία είδη ρόλων (roles):

- **Web roles,** που εξυπηρετούν στην ευκολότερη δημιουργία εφαρμογών Webbased. Κάθε Web role instance έχει στο εσωτερικό του προρυθμισμένη εφαρμογή διακομιστή, δημιουργώντας έτσι εφαρμογές που χρησιμοποιούν ASP.NET, Windows Communication Foundation (WCF), ή άλλες Web τεχνολογίες. Οι προγραμματιστές μπορούν επίσης να δημιουργήσουν native code εφαρμογές χωρίς να χρησιμοποιήσουν το NET Framework. Αυτό σημαίνει ότι μπορούν να εγκαταστήσουν και να εκτελέσουν τεχνολογίες που δεν είναι της Microsoft, συμπεριλαμβανομένων των PHP και Java.
- **Worker roles,** με σκοπό να τρέξει μια ποικιλία που βασίζεται σε Windows code. Η μεγαλύτερη διαφορά ανάμεσα σε ένα web role και ένα worker role είναι ότι οι

worker roles δεν έχουν IIS διαμόρφωση και έτσι ο κώδικας που εκτελείται δεν φιλοξενείται από τις IIS υπηρεσίες. Οι worker roles θα μπορούν να εκτελούν για παράδειγμα μια προσομοίωση, ή να χειρίζονται την επεξεργασία ενός βίντεο.

- VM roles, όπου ο καθένας τρέχει έναν user-provided Windows Server. Μεταξύ άλλων, ένας VM role μπορεί να μεταφέρει εφαρμογές από Windows Server σε Windows Azure.

6.1.2 Windows Azure: Λειτουργίες και Υπηρεσίες

▪ Λειτουργίες

Όταν ένας προγραμματιστής θελήσει να υποβάλει μία εφαρμογή στο Windows Azure, μπορεί να χρησιμοποιήσει το portal για το Windows Azure. Μαζί με την εφαρμογή, υποβάλλονται και οι πληροφορίες που αναφέρει πόσα instances θα τρέξει ο κάθε ρόλος (roles). Το Windows Azure fabric controller δημιουργεί στη συνέχεια μια εικονική μηχανή (Virtual Machine - VM) για κάθε instance και την εκτέλεση του κώδικα για τον κατάλληλο ρόλο στην VM. Οι εφαρμογές μπορούν να γίνουν χρησιμοποιώντας πρωτόκολλα όπως HTTP, HTTPS και TCP.

▪ Αποθήκευση

Στο Windows Azure η αποθήκευση γίνεται στο SQL Azure (ένα άλλο συστατικό της πλατφόρμας Windows Azure) ή διατηρούνται εξωτερικά με κάποιον άλλο τρόπο. Ο πιο απλός τρόπος αποθήκευσης είναι η εντολή αυτή να πραγματοποιηθεί μέσω blobs. Άλλο ένα χαρακτηριστικό τους είναι ότι μπορούν να έχουν χρήσιμα δεδομένα όπως το που τραβήχτηκε μια φωτογραφία κλπ. Μια άλλη μορφή αποθήκευσης είναι μέσω πινάκων που διαθέτουν τα windows azure. Τα δεδομένα του καθενός αποθηκεύονται σε μια ομάδα οντοτήτων που περιέχουν ιδιότητες. Τέλος, μια άλλη επιλογή αποθήκευσης είναι οι ουρές. Βασική λειτουργία τους είναι να βοηθούν τα Web roles να επικοινωνούν ασύγχρονα με τα Worker roles. Ανεξαρτήτως με ποιον τρόπο θα επιτευχθεί η αποθήκευση, όλα τα δεδομένα που θα αποθηκευτούν στα Windows Azure αναπαράγονται τρεις φορές. Με αυτό τον τρόπο, ότι και να συμβεί, πάντα θα υπάρχει ένα ασφαλές αντίγραφο.

▪ Εφαρμογές

Όταν ένας προγραμματιστής θελήσει να δημιουργήσει εφαρμογές στο Windows Azure, θα πρέπει να χρησιμοποιήσει την ίδια γλώσσα και τα εργαλεία όπως γίνεται για κάθε εφαρμογή των Windows. Θα μπορεί να γράψει ένα web role χρησιμοποιώντας ASP.NET και τη Visual Basic ή τη χρήση WCF και C#.

▪ Windows Azure και Σφάλματα

Για να μπορέσει να πραγματοποιηθεί παρακολούθηση και εντοπισμός σφαλμάτων στις εφαρμογές των Windows Azure, ο προγραμματιστής μπορεί να συγκαλέσει την καταγραφή API που διαθέτει πληροφορίες σε μια κοινή εφαρμογή σε επίπεδο καταγραφής. Επίσης, ο προγραμματιστής μπορεί να ρυθμίσει το σύστημα να συλλέγει τους μετρητές επιδόσεων για μια εφαρμογή, να πραγματοποιήσει μέτρηση χρήσης της CPU του και να αποθηκεύει τα crash dumps σε περίπτωση αστοχίας της εφαρμογής. Αυτές οι πληροφορίες φυλάσσονται σε χώρο αποθήκευσης του Windows Azure και ο προγραμματιστής είναι ελεύθερος να γράψει κώδικα για να το εξετάσει.

Όλες οι εφαρμογές και όλα τα δεδομένα του Windows Azure υπάρχουν σε ορισμένα microsoft data center. Μέσα σε αυτά τα κέντρα δεδομένων, το σύνολο των μηχανημάτων είναι αφιερωμένα στο Windows Azure και το λογισμικό που τρέχει σε αυτά τα προγράμματα γίνεται από τον fabric controller. Ο fabric controller επιτελεί χρήσιμες ενέργειες όπως:

- Παρακολουθεί όλες τις εκτελούμενες εφαρμογές προσδίδοντας του μια up to the minute εικόνα του τι συμβαίνει.
- Αποφασίζει επίσης που πρέπει να τρέξουν οι νέες εφαρμογές, επιλέγοντας φυσικούς διακομιστές για να βελτιστοποιηθεί η αξιοποίηση του υλικού. Για να γίνει αυτό ο fabric controller εξαρτάται από τη διαμόρφωση πληροφοριών που φορτώνονται από κάθε εφαρμογή. Αυτό το αρχείο παρέχει ένα XML αρχείο, όπου περιγράφεται τι χρειάζεται μία εφαρμογή. Όταν ο fabric

controller αναπτύσσει μία νέα εφαρμογή, χρησιμοποιεί αυτό το αρχείο για να καθορίσει πόσα VMs πρέπει να δημιουργηθούν. (David Chappelle, 2010)⁴⁰

Το Windows Azure⁴¹ είναι μια cloud computing πλατφόρμα, που δημιουργήθηκε από την Microsoft, για τη δημιουργία, την ανάπτυξη και τη διαχείριση εφαρμογών και υπηρεσιών μέσω ενός παγκόσμιου δικτύου των Microsoft-managed datacenters. Παρέχει τόσο την πλατφόρμα ως υπηρεσία (PaaS) και τις υποδομές ως υπηρεσία (IaaS) των υπηρεσιών του και υποστηρίζει πολλές διαφορετικές γλώσσες προγραμματισμού, εργαλεία και frameworks, συμπεριλαμβανομένων τόσο της Microsoft ειδικά για third-party λογισμικά ή συστήματα. Το Windows Azure κυκλοφόρησε στις 1 Φεβρουαρίου του 2010. Το Windows Azure είναι η πλατφόρμα εφαρμογής cloud της Microsoft. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή μιας web εφαρμογής που τρέχει και αποθηκεύει τα δεδομένα του σε datacenters της Microsoft. Μπορεί να συνδέσει on-premises εφαρμογές μεταξύ τους ή να συνδέσει μεταξύ τους διάφορα σύνολα των πληροφοριών ταυτότητας.

Τον Ιούνιο του 2012, το Windows Azure κυκλοφόρησε τα εξής νέα χαρακτηριστικά:

- Οι ιστοσελίδες επιτρέπουν στους προγραμματιστές να δημιουργήσουν δικτυακούς χρησιμοποιώντας ASP.NET, PHP, ή Node.js και μπορούν να αναπτυχθούν με τη χρήση FTP, Git ή Team Foundation Server.
- Εικονικές μηχανές επιτρέπουν στους προγραμματιστές να μετεγκαταστήσουν τις εφαρμογές και τις υποδομές τους, χωρίς αλλαγή του υφιστάμενου κώδικα, και μπορούν να τρέξουν τα Windows Server και Linux οι εικονικές μηχανές.
- Cloud Services, η πλατφόρμα της Microsoft ως υπηρεσία (PaaS) περιβάλλοντος που χρησιμοποιείται για να δημιουργήσει ολοκληρωμένες εφαρμογές και υπηρεσίες.
- Υποστηρίζει σενάρια multi-tier και αυτοματοποιημένες υλοποιήσεις.
- Η διαχείριση των δεδομένων, με βάση δεδομένων SQL, παλαιότερα γνωστή ως SQL Azure Database, εργάζεται για να δημιουργήσει την κλίμακα και να

⁴⁰ Chappelle D., 'Introducing Windows Azure', October 2010

⁴¹ Microsoft Azure. Internet: <https://azure.microsoft.com/en-us/overview/azure-stack/>

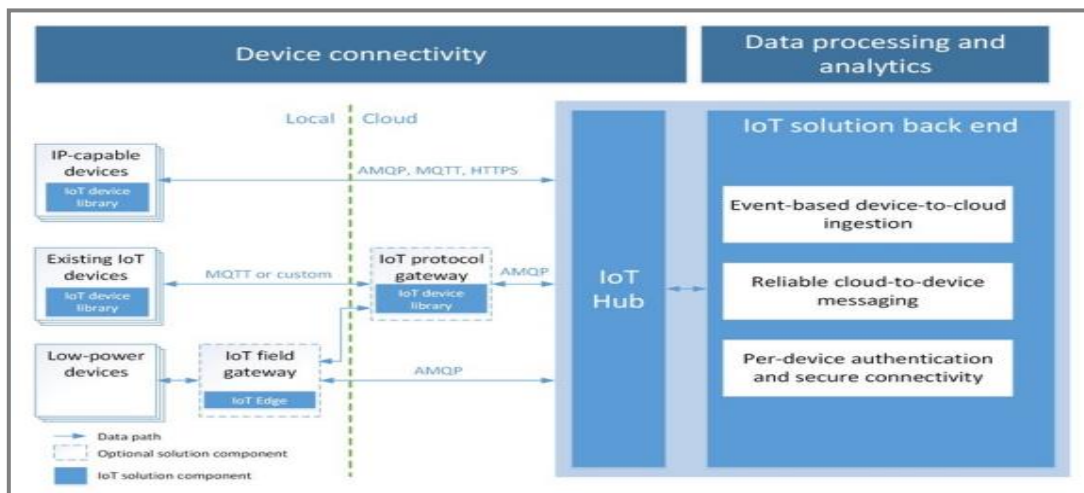
επεκτείνει τις εφαρμογές στο σύννεφο χρησιμοποιώντας την τεχνολογία Microsoft SQL Server. Ενσωματώνεται με το Active Directory και το Microsoft System Center και Hadoop.

- Υπηρεσίες οπτικοακουστικών μέσων επικοινωνίας, μια προσφορά PaaS που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την κωδικοποίηση, την προστασία του περιεχομένου, streaming και analytics. Η Azure Platform των Windows παρέχει ένα API χτισμένο σε REST, HTTP και XML που επιτρέπει στους προγραμματιστές να αλληλεπιδρούν με τις υπηρεσίες που παρέχονται από το Windows Azure. Η Microsoft παρέχει επίσης ένα client-side για να διαχειρίζεται την βιβλιοθήκη κατηγορίας που ενσωματώνει τις λειτουργίες αλληλεπίδρασης με τις υπηρεσίες. Ενσωματώνει επίσης με το Microsoft Visual Studio με το Git και το Eclipse. Τον Οκτώβριο του 2012, η Microsoft κυκλοφόρησε μια download PDF αφίσα που συνοψίζει τα χαρακτηριστικά του Windows Azure σε αυτό. Το PDF περιέχει clickable περιοχές που δείχνουν την πρόσθετη τεκμηρίωση. Το Windows Azure χρησιμοποιεί ένα εξειδικευμένο λειτουργικό σύστημα, που ονομάζεται Windows Azure για να τρέξει το “fabric layer” του – ένα σύμπλεγμα που φιλοξενείται σε datacenters της Microsoft που διαχειρίζεται computing πόρους και αποθήκευση των ηλεκτρονικών υπολογιστών και των διατάξεων των πόρων (ή ένα υποσύνολό τους) σε εφαρμογές που εκτελούνται πάνω από το Windows Azure. Έχει περιγραφεί ως ένα cloud layer στην κορυφή ενός αριθμού συστημάτων του Windows Server, που χρησιμοποιούν Windows Server 2008 και μια προσαρμοσμένη έκδοση του Hyper-V, που είναι γνωστή ως Windows Azure Hypervisor για την παροχή των υπηρεσιών virtualization.

Τα Windows Azure αποτελούν cloud-based υπηρεσίες και συνιστούν τα θεμέλια της Πλατφόρμας Υπηρεσιών Azure, πρωτοπορία της Microsoft, που βοηθάει τους προγραμματιστές να δημιουργήσουν την επόμενη γενιά λύσεων, από cloud-based εφαρμογές έως εφαρμογές για τα data centers. Η Πλατφόρμα Υπηρεσιών Azure παρέχει στους προγραμματιστές τη δυνατότητα να δημιουργούν εφαρμογές, αξιοποιώντας υπάρχουσες δυνατότητες και τεχνολογίες, επέκταση εφαρμογών του ιστού στο διαδίκτυο, καθώς και την διαχείριση τους χρησιμοποιώντας τα datacenters της Microsoft. Επιπλέον υποστηρίζει τα πρωτόκολλα όπως REST, POST και XML.

Η Microsoft όπως και πολλές άλλες εταιρίες δημιούργησε ένα cloud computing service το οποίο το ονόμασε Microsoft Azure. Ο σκοπός χρήσης του Azure ήταν η εκτέλεση, η δημιουργία και οι διαχείριση εφαρμογών και υπηρεσιών πάνω στο cloud. Η πλατφόρμα αυτή προσφέρει στοιχεία όπως το Azure IoT Suite το οποίο προσφέρει framework και προγραμματιστικές βιβλιοθήκες. Έτσι μπορούν να συνδεθούν οι συσκευές στο Microsoft Azure

Στην εικόνα 5 ⁴² παραθέτουμε ένα παράδειγμα της τοπολογίας για την σύνδεση συσκευών στο Microsoft Azure.



Εικόνα 6: Τοπολογία δικτύωσης συσκευών-σύννεφου

Πιο συγκεκριμένα το Azure IoT Suite περιέχει τα παρακάτω στοιχεία⁴³:

- Azure IoT Hub: για την σύνδεση, παρακολούθηση και διαχείριση των IoT συσκευών.
- Stream Analytics: Εργαλείο σύγχρονης επεξεργασίας εισερχόμενων δεδομένων από τις συσκευές
- Event Hubs: Πλατφόρμα διαχείρισης εισερχόμενων δεδομένων από τις συσκευές ως events.
- Notifications Hub: Σύστημα ενημέρωσης χρηστών με την ικανότητα μαζικής αποστολής πληθώρας μηνυμάτων

⁴² <https://azure.microsoft.com/en-us/overview/azure-stack/>

⁴³ <https://azure.microsoft.com/en-us/suites/iot-suite/>

- Machine Learning: Εργαλεία πρόβλεψης και συντήρησης των συσκευών βάση συλλεγόμενων δεδομένων

Επίσης η πλατφόρμα προσφέρει την δυνατότητα ανάπτυξης εφαρμογών στις γλώσσες προγραμματισμού Java, C#, Node.js. Όσο αφορά τον κώδικα των IoT συσκευών, προσφέρονται SDK στις γλώσσες: Java, C, Python, Node.js, C# .Net ⁴⁴.

Οι εφαρμογές και οι υπηρεσίες δημιουργημένες για την υπηρεσία σύννεφου της Microsoft, δεν έχουν την δυνατότητα να τρέξουν σε κάποιον τοπικό υπολογιστή, στοιχείο που καθιστά απαραίτητη την σύνδεση των συσκευών με το διαδίκτυο. Ακόμα η πλατφόρμα δεν είναι open source, αλλά παρέχει δωρεάν χρήση περιορισμένου κόστους σε φοιτητές ⁴⁵.

Προς την προσπάθεια τοπικής λειτουργίας της πλατφόρμας, για χρήση χωρίς σύνδεση στο διαδίκτυο, αναπτύσσεται το Microsoft Azure Stack, το οποίο αποτελεί έναν κλώνο της online πλατφόρμας αλλά σε τοπική τοποθεσία. ⁴⁶.

6.2 Χαρακτηριστικά

Όσοι χρησιμοποιούν την πλατφόρμα Windows Azure έχουν τα παρακάτω πλεονεκτήματα: ⁴⁷

- Δυνατότητα για ασφαλή απομακρυσμένη πρόσβαση σε εφαρμογές που τρέχουν on-premise, εντός δηλαδή της επιχείρησης. Αυτό σημαίνει πως το προσωπικό μπορεί να είναι παραγωγικό και να εργάζεται ακόμα και όταν δεν έχει φυσική παρουσία στα γραφεία της εταιρίας.
- Ολοκληρωμένη και εύκολη παρακολούθηση της χρήσης των εφαρμογών, ώστε να προστατευθεί η επιχείρηση έναντι προηγμένων τεχνολογικά απειλών με αναφορές και παρακολούθηση που εξασφαλίζει την ασφάλεια αυτών των εφαρμογών. Επιπρόσθετα δίνεται η δυνατότητα να κατευθύνεται το διαδικτυακό traffic στις κατάλληλες κάθε φορά εφαρμογές, όταν αυτές υπερφορτώνονται από

⁴⁴ <https://azure.microsoft.com/en-us/pricing/>

⁴⁵ <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/iot-hub/iot-hub-what-is-iot-hub>

⁴⁶ <https://aws.amazon.com/>

⁴⁷ <https://www.iphost.net/el/blog/ta-ofeli-tou-windows-azure/>

τους χρήστες, ώστε να εξασφαλιστεί η απρόσκοπτη και ανεμπόδιστη λειτουργία τους.

- Βελτιστοποιημένη ασφάλεια για τις εφαρμογές χάρις στα πολλαπλά κριτήρια πιστοποίησης γνησιότητας και της πρόσβασης υπό προκαθορισμένους όρους που παρέχει το Azure AD. Το IT τμήμα αποφασίζει τα επίπεδα πρόσβασης στις διαθέσιμες εφαρμογές, ανάλογα με τον κύκλο καθηκόντων και τα προκαθορισμένα προνόμια και δικαιώματα χρήσης του κάθε υπαλλήλου ξεχωριστά.
- Επιπρόσθετα το Azure AD περιλαμβάνει μια πλήρη ακολουθία για διαχείριση ταυτότητας των χρηστών, πιστοποίηση γνησιότητας με πολλαπλά κριτήρια, self-service διαχείριση κωδικών πρόσβασης, self-service διαχείριση ομάδων χρηστών και πολλές ακόμα δυνατότητες λειτουργικότητας. Όλες αυτές οι δυνατότητες επιτρέπουν στους οργανισμούς να διαχειρίζονται με επάρκεια τους χρήστες και τις προσωπικές τους συσκευές, ενώ παράλληλα εξασφαλίζουν την ασφάλεια των cloud εφαρμογών και τη βελτιστοποίηση όλων των IT διεργασιών της επιχείρησης, με την ταυτόχρονη μείωση του απαραίτητου κόστους.
- Οι πελάτες μπορούν να χρησιμοποιούν τις υφιστάμενες δεξιότητες σε οικίες γλώσσες όπως .NET και PHP, για την δημιουργία web-based εφαρμογών και υπηρεσιών καθώς και την διαχείρισή τους.
- Οι πελάτες μπορούν να υπολογίζουν σε επαγγελματικές υψηλής ποιότητας υπηρεσίες, υποστηριζόμενες από γερές συμφωνίες για το επίπεδο υποστήριξης και μεγάλη εμπειρία στην παροχή web υπηρεσιών.

Το Windows Azure παρέχει υπηρεσίες αποθήκευσης δεδομένων. Πιο συγκεκριμένα οι υπηρεσίες του περιλαμβάνουν:

- Υπηρεσία Blob⁴⁸ για αποθήκευση δυαδικών και έγγραφων δεδομένων.
- Υπηρεσία Table για μεγάλες ποσότητες δεδομένων που απαιτούν επιπλέον δομή, ιδανικό για εφαρμογές που ασκούν ερωτήματα για αναλυτική επεξεργασία δεδομένων.
- Υπηρεσία Queue για αποθήκευση μηνυμάτων που μπορούν να είναι προσβάσιμα από έναν πελάτη.

⁴⁸ <https://azure.microsoft.com/en-us/pricing/>

- Δίσκους για τη δημιουργία NTFS τόμου προσβάσιμο για εκτέλεση κώδικα

6.3 Ασφάλεια Δεδομένων

Η Microsoft συνδέει τα συστήματα ασφαλείας της στο Azure έτσι ώστε οι πάροχοι υπηρεσιών και οι τοπικές αρχές να μπορούν να λαμβάνουν, σχεδόν σε πραγματικό χρόνο, πληροφορίες σχετικά με botnets και malware που ανιχνεύονται από τη Redmond.

Το Azure πιστοποιεί ότι τα δεδομένα των συνδρομητών είναι προσβάσιμα μόνο από εξουσιοδοτημένα άτομα. Για να πετύχει αυτή την εμπιστευτικότητα χρησιμοποιεί τους εξής μηχανισμούς: Πρόσβαση μόνο από εξουσιοδοτημένα άτομα και χρησιμοποιώντας μηχανισμούς κρυπτογράφησης.⁴⁹ Πρόσφατα ανακοινώθηκε ότι η Microsoft θα συνεργαστεί με την εταιρία Qualcomm για την ανάπτυξη mobile hardware για το λειτουργικό σύστημα Azure Sphere Internet of Things (IoT). Θα χρησιμοποιηθούν νέα chipset που θα λειτουργήσουν από κοινού με την Azure και θα επικεντρωθούν στη διασύνδεση και ασφάλεια των συσκευών IoT. Το Azure Sphere περιλαμβάνει ένα λειτουργικό σύστημα, hardware και υπηρεσία cloud για την προστασία των συσκευών IoT, τα οποία θα δημιουργούν ένα «εγγενώς ασφαλές» περιβάλλον

6.4 Πως λειτουργεί το Microsoft Azure

Στο Microsoft Azure, τα δεδομένα αποθηκεύονται με την χρήση των blobs. Ένα blob περιέχει δεδομένα σε δυαδική μορφή και είναι αποθηκευμένα με την σειρά. Αυτός ο τρόπος αποτελεί έναν απλό τρόπο αποθήκευσης δεδομένων. Κάθε λογαριασμός στο Azure μπορεί να έχει ένα ή περισσότερα πακέτα, τα οποία περιέχουν με την σειρά τους ένα ή περισσότερα blobs. Το μέγεθος τους είναι μέχρι 50 GB και περιέχουν και metadata. Έτσι μπορούμε να έχουμε πληροφορίες για το που τραβήχτηκε μια φωτογραφία της μορφής JPEG ή αν έχουμε αποθηκεύσει ένα αρχείο τύπο MP3 για το ποιος είναι ο τραγουδιστής του αρχείου. Όμως τα blobs επειδή δεν έχουν δομημένη δομή γ'αυτό και δεν είναι ιδανικά για όλες τις περιπτώσεις αποθήκευσης. Το Azure περιέχει και άλλους τρόπους όπως τους πίνακες.

⁴⁹ <https://www.secnews.gr/201045/qualcomm-chips-microsoft-azure-sphere-iot/>

Στους πίνακες τα δεδομένα αποθηκεύονται ιεραρχικά από οντότητες που περιέχουν ιδιότητες. Και αντί να χρησιμοποιούν SQL οι εφαρμογές έχουν πρόσβαση σε αυτά κάνοντας χρήση των υπηρεσιών του ADO.NET. Τα blobs και οι πίνακες στοχεύουν στην αποθήκευση και στην πρόσβαση στα δεδομένα.

Ένας άλλος τρόπος αποθήκευσης των δεδομένων στο Azure είναι οι ουρές οι οποίες έχουν αρκετά διαφορετική δομή. Μία κύρια λειτουργία τους είναι να παρέχει ένα τρόπο επικοινωνίας μεταξύ του ιστού και του χρήστη.

6.5 Διαδικασία Χρέωσης

Ένας συνδρομητής του Microsoft Azure, χρεώνεται μόνο για τον αποθηκευτικό χώρο που χρησιμοποιεί. Η χρήση του αποθηκευτικού χώρου υπολογίζεται με βάση κάποια συγκεκριμένα χαρακτηριστικά. Αυτά είναι η μέση χρήση σε συνάρτηση με την ποσότητα των δεδομένων που μεταφέρονται προς και από την τοποθεσία που φιλοξενείται ο λογαριασμός (bandwidth), τον αριθμό των αιτημάτων (transactions) που στέλνει ο χρήστης και την ποσότητα των δεδομένων που αποθηκεύονται μόνιμα στο τέλος της διαδικασίας.

Το Azure για να κάνει εύκολο τον υπολογισμό της χρέωσης ενημερώνει τον συνδρομητή του Azure για την ωριαία μέγιστη αποθηκευτική χωρητικότητα που χρησιμοποίησε. Δηλαδή, διαιρεί την συνολική χωρητικότητα με τις ώρες του μήνα και έπειτα ενημερώνει τον χρήστη για τα πόσα gigabytes χρησιμοποίησε σε μια ώρα σε “GB/μήνα”.

Για παράδειγμα αν ένας συνδρομητής χρησιμοποιήσει 730 GB για μία μόνο ώρα και μετά διαγράψει τον λογαριασμό του και δεν χρησιμοποιήσει επιπλέον αποθηκευτικό χώρο για αυτό το μήνα θα χρεωθεί για 1 GB για την περίοδο χρέωσης και η καθημερινή χρέωση θα δείχνει 1 GB.

7 Μεθοδολογία Έρευνας

7.1 Εισαγωγή

Λόγω της προόδου της τεχνολογίας και του cloud δημιουργήθηκαν νέες δυνατότητες για τις διαδικτυακές εφαρμογές. Οι υπηρεσίες cloud που προσφέρουν οι πάροχοι έχουν μεγάλης κλίμακας υπολογιστική υποδομή σε χαμηλή τιμή και παρέχουν υπηρεσίες υποδομής με πολύ ευέλικτο τρόπο με αποτέλεσμα να μειώνεται το υψηλό αρχικό κόστος δημιουργίας ανάπτυξης εφαρμογών.

Οι ιστότοποι κοινωνικής δικτύωσης και οι εφαρμογές ηλεκτρονικού εμπορίου που είναι αρκετά δημοφιλείς σήμερα μπορούν να επωφεληθούν σε πολύ μεγάλο βαθμό από την χρήση των υπηρεσιών cloud καθώς ελαχιστοποιούν το κόστος και βελτιώνουν την ποιότητα των υπηρεσιών στους τελικούς χρήστες.

Από την άλλη πλευρά, υπάρχουν διάφοροι παράγοντες που επηρεάζουν το καθαρό όφελος και πρέπει οι υπηρεσίες cloud να προσαρμοστούν ή να αναμορφωθούν δυναμικά με βάση την διαθέσιμη υποδομή του διαδικτύου με βάση τις γεωγραφικές περιοχές, την γεωγραφική κατανομή των βάσεων χρηστών και την δυναμική φύση των προτύπων χρήσης της βάσης χρηστών.

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζουμε την εταιρία που είναι αντικείμενο της έρευνάς μας και τους λόγους που θα θέλαμε να μεταβεί στο Azure Cloud της Microsoft.

Η έρευνα που κάναμε επικεντρώθηκε στο αν είναι προτιμότερο μία εταιρία να έχει τους δικούς τους data center για το cloud computing που χρησιμοποιεί ή είναι προτιμότερο να χρησιμοποιεί data center αναλογικά σε κάθε ήπειρο με βάση συγκεκριμένα χαρακτηριστικά.

Η εταιρία που επιλέχθηκε για την έρευνά μας είναι μια πολυεθνική εταιρία, με ομοσπονδιακή οργάνωση. Αυτό σημαίνει ότι ενώ υπάρχει κεντρική διοίκηση, υπάρχουν πολλά μικρότερα διοικητικά κέντρα που το καθένα από αυτά μπορεί να παίρνει τις δικές του αποφάσεις, πάντα ακολουθώντας τις πολιτικές της κεντρικής διοίκησης.

Η εταιρία αυτή Smurfit Kappa έχει σαν βασική ασχολία το χαρτί, και τα προϊόντα του. Με ένα σύνολο εγκαταστάσεων, κοντά στα 400 ανά τον κόσμο, ακολουθεί όλο τον κύκλο παραγωγής. Έχοντας δικές της δασικές εκτάσεις, τόσο στην Νότια Αμερική όσο και στην Βόρεια Ευρώπη, για την παραγωγή της πρώτης ύλης, δηλαδή το δέντρο, αλλά

και μύλους και εργοστάσια ανακύκλωσης για την παραγωγή και ανακύκλωση του χαρτιού, καθώς και εργοστάσια που παρασκευάζουν συσκευασίες τόσο από απλό όσο και από κυματοειδές χαρτόνι. Τέλος της ανήκουν και κάποια εργοστάσια που παρασκευάζουν τα μηχανήματα μεταποίησης του χαρτονιού σε συσκευασίες.

Η εταιρία Smurfit Kappa είναι φιλική προς το περιβάλλον με βασικό τους logo το “Better Planet Packaging”. Η πρωτοβουλία της αυτή, διερευνά και ξανασχεδιάζει ιδεατά την συσκευασία για έναν αειφόρο πλανήτη, επιδιώκοντας να μειώσει τα απορρίμματα συσκευασίας και τελικά να αντιμετωπίσει τις προκλήσεις των αποβλήτων και των απορριμμάτων που καταλήγουν στους ωκεανούς μας και στους χώρους υγειονομικής ταφής σε όλο τον κόσμο. Δίνει μεγάλη βάση στην ανακύκλωση σχεδιάζοντας προϊόντα τα οποία είναι πιο εύκολα ανακυκλώσιμα και βελτιώνοντας τον τρόπο συλλογής των αποβλήτων μέσω των δικών της εγκαταστάσεων ανακύκλωσης.

7.2 Τομέας πληροφορικής.

Την στιγμή αυτή η εταιρία διαθέτει δύο μεγάλα ιδιόκτητα data center σε Ολλανδία (Αμστερνταμ) και Η.Π.Α. (Μαϊάμι). Επίσης διαθέτει μικρότερα data center σχεδόν σε κάθε χώρα στην οποία και δραστηριοποιείται, ανάλογα με το μέγεθος των εγκαταστάσεων της, σε σύνολο περίπου εκατό.

Η εταιρία είναι Microsoft oriented και χρησιμοποιεί όλα τα προϊόντα της Microsoft με την μεγαλύτερη μερίδα να έχει το Microsoft Office στην πλήρη επαγγελματική του έκδοση, όλα τα λειτουργικά τόσο για διακομιστές όσο και για τους σταθμούς εργασίας, καθώς και την τεχνολογία MS SQL για όλες τις βάσεις δεδομένων της.

Χρησιμοποιεί επίσης εκτενώς την τεχνολογία της εικονικοποίησης (Virtualization), με μοναδικό πάροχο -προμηθευτή την VMware, για τις εγκαταστάσεις των διακομιστών της.

Εκτός από τα παραπάνω, η εταιρία λόγω της σύστασής της (ομοσπονδιακή), χρησιμοποιεί και αρκετά, γύρω στα 8 διαφορετικά, προγράμματα παραγωγής που συνήθως «τρέχουν» σε διακομιστές που υπάρχουν στα εργοστάσια παραγωγής, πολλά από τα οποία είναι προγράμματα που αναπτύσσει η ίδια. Τέλος το πρόγραμμα που χρησιμοποιεί για την χρηματοοικονομική της λειτουργία είναι το SAP το οποίο και

διαχειρίζεται και συντηρεί μια ομάδα με βάση τη Γαλλία, όπου και λειτουργούν και οι κεντρικοί διακομιστές στους οποίους τρέχει το πρόγραμμα για όλο τον κόσμο. (Ευρώπη και Αμερική)

Όλα τα σημεία της εταιρίας συνδέονται μεταξύ τους με ένα συνδυασμό τεχνολογιών δικτύου, στην πλειονότητά τους μέσω μισθωμένων κυκλωμάτων, με κεντρικά σημεία το Μαϊάμι για την Αμερική και το Άμστερνταμ για την Ευρώπη. Τα δύο αυτά σημεία είναι και αυτά που γεφυρώνουν τις δύο Ηπείρους. Η τεχνολογία που χρησιμοποιείται παρέχεται από την CISCO, τόσο σε επίπεδο Hardware όσο και Software. Τέλος χρησιμοποιεί τεχνολογίες VPN για πολλούς από τους υπαλλήλους της οι οποίοι είτε είναι σε κίνηση, είτε εργάζονται από απόσταση.

7.3 Ανάγκη μετάβασης στο Cloud

Η εταιρία, αν και πρωτοπόρα στον τομέα της, δεν έχει μεταβεί ακόμη σε τεχνολογίες Cloud. Βασικό μέλημά της, είναι η ασφάλεια των δεδομένων της, καθώς και η αδιάλειπτη λειτουργία της. Επίσης όπως έχουμε ήδη αναφέρει είναι μία εταιρία η οποία και επιδιώκει να μειώσει το οικολογικό της αποτύπωμα.

Η εταιρία θα ήθελε να μειώσει τα τοπικά (μικρά) data center και να μεταφέρει τις υπηρεσίες που υπάρχουν σε αυτά είτε σε δικά της μεγαλύτερα Data Center, είτε σε cloud παρόχους και συγκεκριμένα στη Microsoft καθώς είναι και ο βασικός της προμηθευτής αυτή τη στιγμή και δεν θα ήθελε να διακινδυνεύσει μεγάλες αλλαγές χρήσης. Επίσης θα ήθελε να μειώσει το κόστος των συνδέσεων που χρησιμοποιεί, ειδικά για μικρά σε μέγεθος σημεία, και να μεταβεί σε πλήρη χρήση VPN συνδέσεων μέσω διαδικτύου, όπως ήδη κάνει για τους υπαλλήλους της που βρίσκονται σε συνεχή κίνηση.

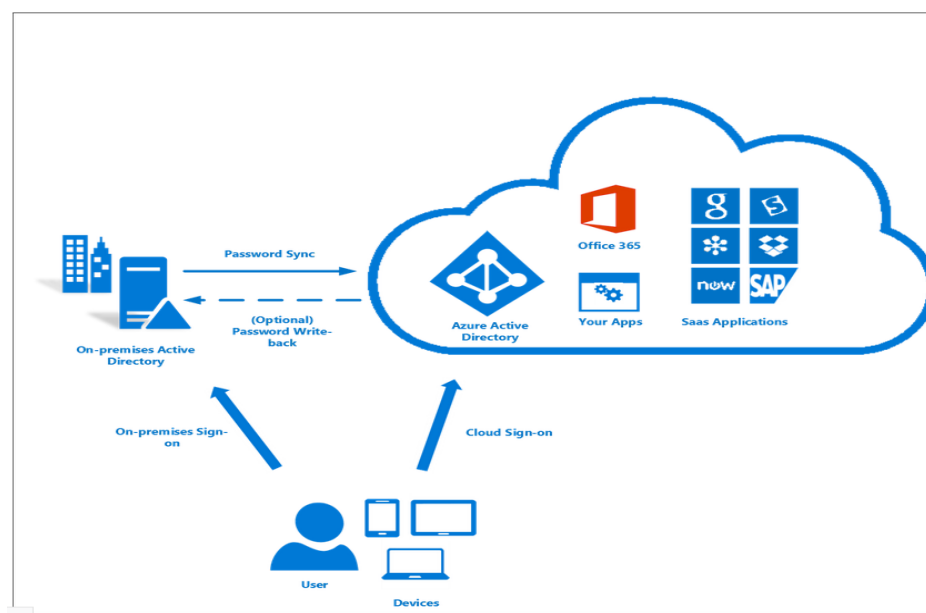
Η διερεύνηση μετάβασης στο Microsoft Azure Cloud έχει ήδη ξεκινήσει, με κάποια σημεία να έχουν μεταβεί στη χρήση του Microsoft Office 365 και την εταιρία να σχεδιάζει την πλήρη μετάβαση όλων των χρηστών της (πάνω από 5.000) μέχρι το τέλος του 2020. Επίσης διερευνά τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσει την υπηρεσία SAP on Azure, για να μεταφέρει και τα χρηματοοικονομικά της συστήματα στο cloud. Το SAP on Azure παρέχεται ως Software as a service (SaaS), όντας μια αξιόπιστη, άκρως διαθέσιμη και κλιμακούμενη υποδομή πιστοποιημένη από την SAP. Λόγω της χρήσης του Single Sign-On μέσω του Azure AD παρέχεται προηγμένη προστασία από απειλές,

και η δυνατότητα να μεταφέρεις τις δικές σου άδειες SAP και έτσι να μειώσεις το κόστος αγοράς νέων καθώς και το κόστος παρακολούθησης. Επίσης δίνεται η δυνατότητα περιβάλλοντος ανάπτυξης και δοκιμών, σε μια κλιμακούμενη, υψηλής πιστότητας υποδομή κατά παραγγελία.

Οι διαφορετικές τεχνολογίες που χρησιμοποιεί στην παραγωγή δεν της έχουν επιτρέψει έως τώρα να διερευνήσει τη μετάβαση των συστημάτων παραγωγής στο Cloud Azure.

Η εταιρία θεωρεί πως ένας συνδυασμός Azure Cloud και On premises Cloud θα μπορούσε να είναι η ιδανική -ιδεατή λύση.

Το Azure Cloud επιλέχθηκε λόγω της ενσωμάτωσής του με το Microsoft Office 365 μέσω του Azure Active Directory. Με αυτό τον τρόπο μπορεί να έχει όλη την λειτουργικότητα του Cloud χωρίς να χρειάζεται να μεταφέρει όλα τα συστήματά της σε αυτό, και χωρίς να χρειάζεται να διαχειρίζεται ξεχωριστά το κάθε ένα περιβάλλον. Μέσω του Azure Active Directory οι χρήστες κάνοντας είσοδο με τον εταιρικό τους χρήστη και κωδικό, αποκτούν πρόσβαση και στο Microsoft Office 365 καθώς και σε όλες τις εφαρμογές οι οποίες χρησιμοποιούν domain authentication (ελέγχου ταυτότητας τομέα), όπως και στο SAP.⁵⁰



Εικόνα 7: Cloud

⁵⁰ <https://azure.microsoft.com/en-us/solutions/sap/>

Με τον τρόπο αυτό θα είναι πολύ πιο εύκολη μια μελλοντική πλήρης μετάβαση στο cloud και στην τεχνολογία Microsoft Azure, όταν θα μπορέσει να μεταφέρει και τα συστήματα παραγωγής σε αυτή.

Η εταιρία βέβαια θα πρέπει να αποφασίσει κατά πόσο είναι προτιμότερο να μεταβεί σε τεχνολογία Microsoft Azure Cloud και να αξιολογήσει εάν το Cloud αυτό θα πρέπει να είναι On premises ή σε private cloud που θα παρέχει ο προμηθευτής (Microsoft Azure). Ασχοληθήκαμε και με αυτό το κομμάτι και παρουσιάζουμε την μεθοδολογία της έρευνας αυτής.

7.4 To cloud analyst:

Το πρόγραμμα που χρησιμοποιήθηκε για τις μετρήσεις είναι το παρακάτω:



Εικόνα 8: Cloud Analyst

Παρακάτω παραθέτουμε τις συντομογραφίες και την ορολογία του cloud analyst:

- **Data Transmission Latency**

«Λανθάνουσα Μετάδοση». Με βάση την γεωγραφική απόσταση και την λειτουργία του δικτύου είναι η καθυστέρηση στο δίκτυο μεταξύ δύο σημείων

Data Transfer Time

Ο χρόνος μεταφοράς που απαιτείται για μια συγκεκριμένη ποσότητα δεδομένων για να μεταφερθεί από ένα σημείο σε ένα άλλο. Ο χρόνος αυτός είναι ισοδύναμος με το διαθέσιμο εύρος ζώνης διαιρούμενο με το μέγεθος του ανά μονάδα δεδομένων.

- **Response Time**

Ο χρόνος –ώρα -διάστημα που απαιτείται μεταξύ της αποστολής της αίτησης και της λήψης απάντησης από μια εφαρμογή στο διαδίκτυο.

- **VM**

Εικονική μηχανής

- **VMM**

Παρακολούθηση εικονικής μηχανής

7.4.1 Χαρακτηριστικά του προγράμματος προσομοίωσης

Το cloud Analyst έχει αρκετά θετικά χαρακτηριστικά όπως τα παρακάτω:

- Είναι εύκολο στη χρήση. Ο προσομοιωτής παρέχει ένα εύκολο στη χρήση γραφικό περιβάλλον, φιλικό και πλήρες προς τον χρήστη και είναι αρκετά εύκολη η δημιουργία ενός πειράματος προσομοίωσης.
- Είναι αρκετά ευέλικτο. Μια προσομοίωση επειδή εξαρτάται από πολλές παραμέτρους είναι σημαντικό να μπορεί να γίνει εισαγωγή και αλλαγή σε αυτές τις παραμέτρους ώστε να βγουν ασφαλή συμπεράσματα από την προσομοίωση.
- Το cloud analyst παρέχει στον χρήστη ένα αρκετά γραφικό περιβάλλον και αποτελέσματα με την μορφή γραφημάτων και πινάκων. Αυτή η αποτελεσματική παρουσίαση βοηθά στην αναγνώριση των σημαντικών προτύπων των παραμέτρων εξόδου και βοηθάει στις συγκρίσεις μεταξύ των σχετικών παραμέτρων.

- Το cloud analyst παρέχει επαναληψιμότητα των πειραμάτων και το ίδιο πείραμα μπορεί με τις ίδιες παραμέτρους θα πρέπει να παράγει παρόμοια αποτελέσματα κάθε φορά που εκτελείται η προσομοίωση.
- Η αρχιτεκτονική του έχει αναπτυχθεί με τέτοιο τρόπο ώστε να μπορεί να αναπτυχθεί για μελλοντικές προσομοιώσεις με άλλες παραμέτρους εισόδων.

Το cloud analyst είναι ένα πρόγραμμα ολοκληρωμένο που έχει σχεδιαστεί σε ένα ολοκληρωμένο γραφικό περιβάλλον GUI της Java Swing. Παρακάτω θα προσπαθήσουμε να περιγράψουμε τις οθόνες από την προσομοίωση.

7.4.2 Οθόνες προσομοιωτή Cloud Analyst

Οι επιλογές του πίνακα ελέγχου είναι:

- Configure Simulation
- Define Internet Characteristics
- Run Simulation
- Exit



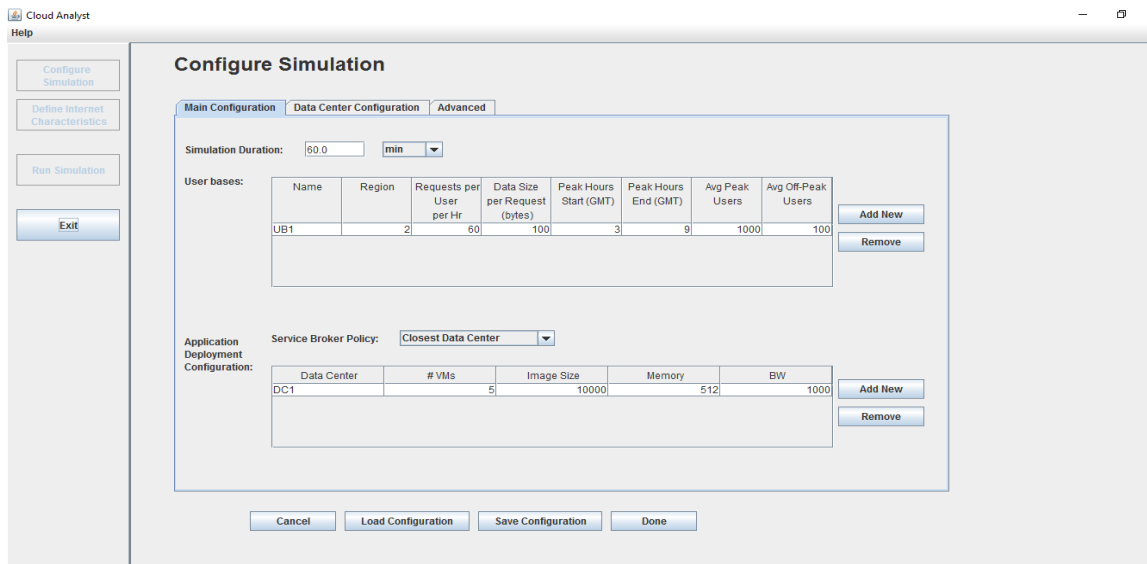
Εικόνα 9:cloud analyst

Κύρια οθόνη με Simulation Panel

Όταν ξεκινήσει το CloudAnalyst, η πρώτη οθόνη που εμφανίζεται είναι η κύρια οθόνη. Έχει το πίνακα προσομοίωσης με χάρτη του κόσμου στα δεξιά και τον κύριο πίνακα ελέγχου στα αριστερά.

Το CloudAnalyst διαιρεί τον κόσμο σε 6 περιοχές που συμπίπτουν κατά προσέγγιση με τις 6 κύριες ηπείρους. Οι τοποθεσίες όλων των στοιχείων της προσομοίωσης αναγνωρίζονται μόνο από την περιοχή για λόγους απλότητας (δηλαδή δεν υπάρχουν συντεταγμένες x-y, όλες οι οντότητες εντός της περιοχής είναι παρόμοιες για ειδικές γεωγραφικές παραμέτρους).

Αρχικά ανοίγοντας το πρόγραμμα ο χρήστης επιλέγει το “configure simulation” ώστε να γίνει ο ορισμός των χρηστών της εφαρμογής, η γεωγραφική κατανομή, η συχνότητα χρήσης και οι ώρες αιχμής.



Εικόνα 10: configure simulation

Οι επιλογές διαμόρφωσης στην κύρια καρτέλα είναι οι εξής:

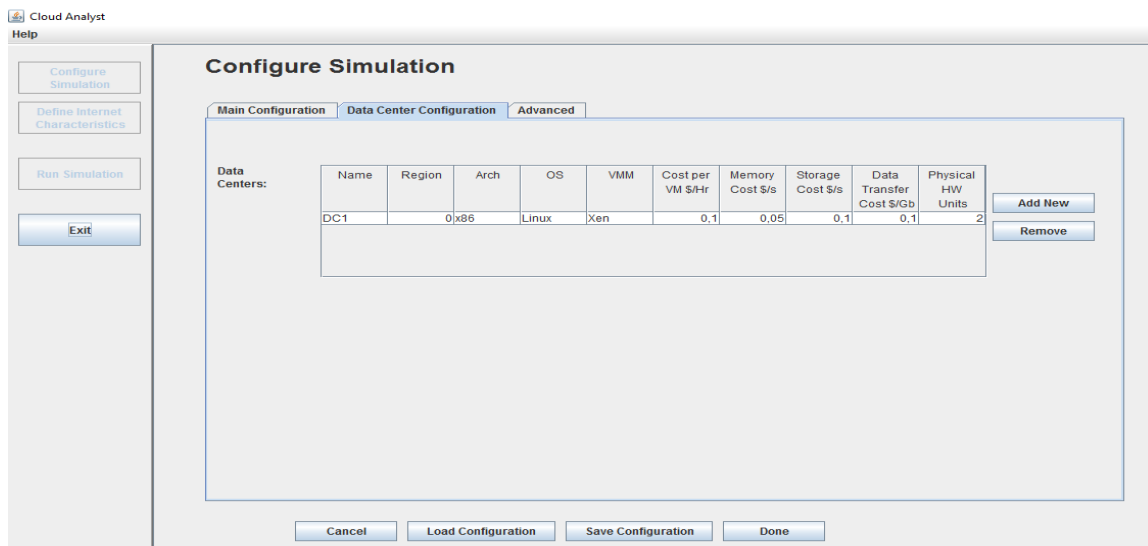
- 1) **Simulation duration**- η διάρκεια της προσομοίωσης που μπορεί να δοθεί σε λεπτά, ώρες ή ημέρες
- 2) **User Bases** - Αυτός είναι ένας πίνακας που απαριθμεί όλες τις βάσεις χρηστών στην προσομοίωση. Κάθε βάση χρηστών έχει τα ακόλουθα διαμορφώσιμα πεδία, που αντιπροσωπεύονται από μια μόνο γραμμή στον πίνακα: Name, Region, Requests per user per hour, Data size per request, Peak hours, Average users during peak hours, Average users during off-peak hours.
- 3) **Application Deployment Configuration** - Αυτός ο πίνακας αναφέρει πόσες εικονικές μηχανές έχουν κατανεμηθεί για την εφαρμογή σε κάθε κέντρο

δεδομένων από την καρτέλα Data Centers, μαζί με τις λεπτομέρειες μιας εικονικής μηχανής. Τα πεδία είναι: Data Center, Number of VMs, Image Size, Memory, BW.

- 4) **Service Broker Policy** - Αυτή η αναπτυσσόμενη λίστα επιτρέπει την επιλογή μεταξύ των κέντρων δεδομένων που αποφασίζουν ποιο κέντρο δεδομένων θα πρέπει να λαμβάνει κίνηση από ποια βάση χρηστών.

Στη συνέχεια στην καρτέλα Data Centers μπορεί να γίνει ορισμός των κέντρων δεδομένων που θα χρησιμοποιούν στην προσομοίωση.

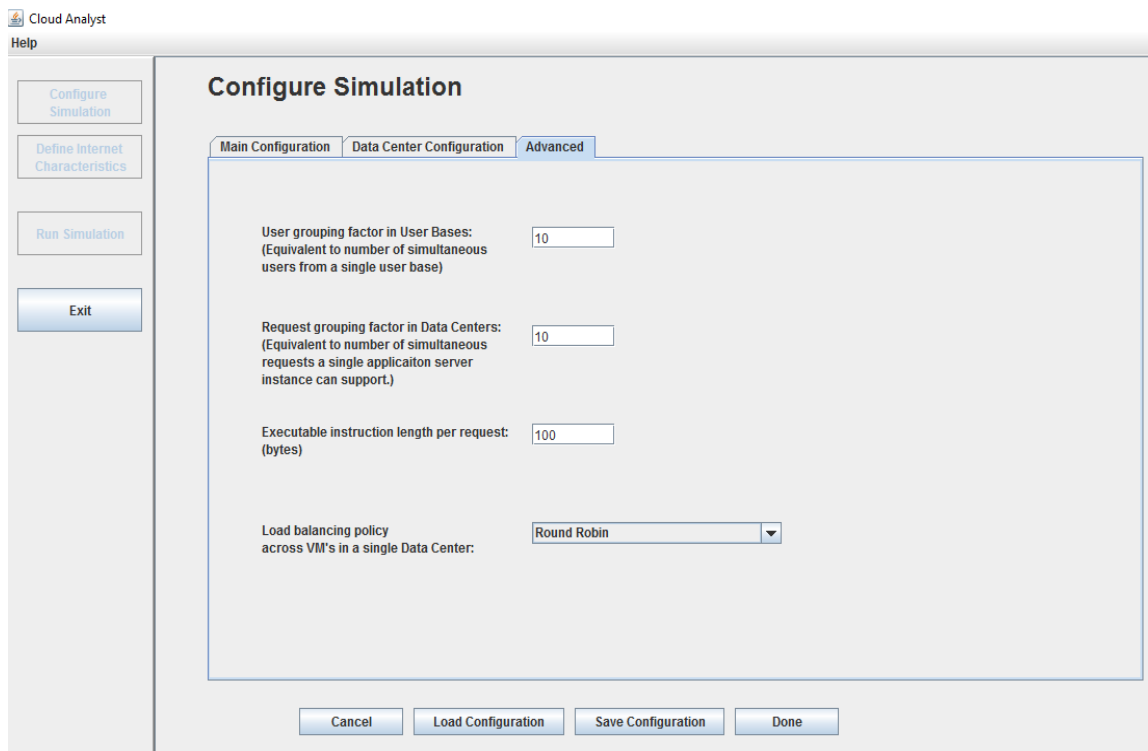
Η καρτέλα κέντρου δεδομένων επιτρέπει τον ορισμό της διαμόρφωσης ενός κέντρου δεδομένων. Ο πίνακας στην κορυφή παραθέτει τα κέντρα δεδομένων και χρησιμοποιώντας τα κουμπιά "Προσθαφαίρεση" μπορείτε να προσθέσετε ή να αφαιρέσετε τα κέντρα δεδομένων στη διαμόρφωση. Τα πεδία παραμέτρων είναι: Name, Region, Architecture, Operating System, Virtual Machine Monitor (VMM), Cost per VM Hour, Cost per 1Mb Memory Hour, Storage cost per Gb, Data Transfer cost per Gb, Number of servers. Όταν γίνεται η επιλογή ενός κέντρου δεδομένων από αυτόν τον πίνακα, θα εμφανιστεί κάτω από αυτόν ένας δεύτερος πίνακας με τις λεπτομέρειες των μηχανών διακομιστή στο κέντρο δεδομένων. Οι παράμετροι για κάθε μηχανή μπορούν να δοθούν σύμφωνα με τα διαθέσιμα πεδία.



Εικόνα 11: Data Centers

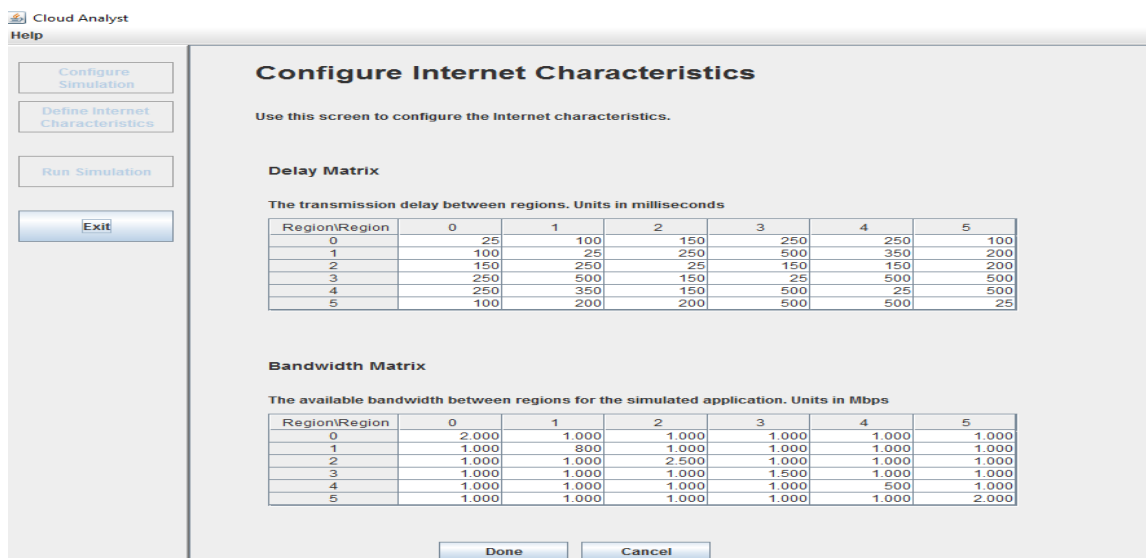
Έπειτα, μόλις δημιουργηθούν τα κέντρα δεδομένων, πρέπει να οριστούν εικονικές μηχανές χρησιμοποιώντας την κύρια καρτέλα στο Configuration. Μόλις δημιουργηθούν τα κέντρα δεδομένων, πρέπει να οριστούν εικονικές μηχανές χρησιμοποιώντας την κύρια καρτέλα στο Configuration. Μπορεί να γίνει ορισμός πολλών τύπων εικονικών μηχανών στο ίδιο κέντρο δεδομένων.

Από την καρτέλα advanced μπορεί να γίνει έλεγχος και προσαρμογή των παραμέτρων της προσομοίωσης. Η καρτέλα για προχωρημένους περιέχει κάποιες σημαντικές παραμέτρους που ισχύουν για την ολοκλήρωση της προσομοίωσης. Αυτές οι παράμετροι είναι: User Grouping Factor (in User Bases), Request Factor Grouping (in Data Centers), Executable instruction length (in bytes) και Load balancing policy.



Εικόνα 12: Advanced Tab

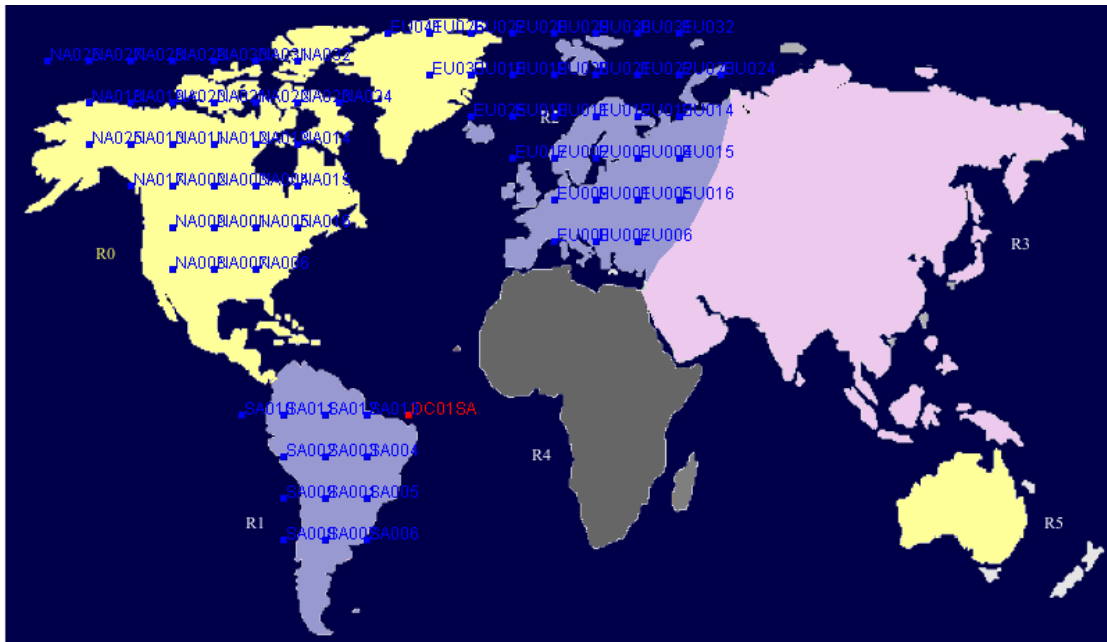
Στην επιλογή define internet characteristics μπορεί να γίνει προσαρμογή και αναθεώρηση των χρόνων καθυστέρησης δικτύου και του εύρους ζώνης.



Εικόνα 13: define internet characteristics

Το γραφικό περιβάλλον του cloud computing είναι τόσο φιλικό προς το χρήστη που για να τρέξει κανείς την προσομοίωση αρκεί να επιστρέψει στην κύρια οθόνη και να επιλέξει το “Run Simulation” από το αρχικό Menu. Στην κορυφή της προσομοίωσης υπάρχει και μια γραμμή προόδου που δείχνει το ποσοστό ολοκλήρωσης της προσομοίωσης. Αν ο χρήστης θέλει να ακυρώσει την προσομοίωση μπορεί να την ακυρώσει πριν από την ολοκλήρωση της εκτέλεσης, χρησιμοποιώντας το κουμπί ακύρωσης στην κάτω δεξιά γωνία. Όταν τελειώσει η διαδικασία της προσομοίωσης, το αρχείο που δημιουργείται έχει επέκταση .sim. Όταν ολοκληρωθεί μια προσομοίωση, ο χρήστης μπορεί να δει τα λεπτομερή αποτελέσματα πατώντας απλώς το κουμπί “view detailed results” που υπάρχει στην κάτω δεξιά γωνία της οθόνης. Οι κύριοι χρόνοι απόκρισης της προσομοίωσης θα εμφανιστούν στον πίνακα προσομοίωσης.

Στην δική μας προσομοίωση, χρησιμοποιήσαμε σαν βάση την χωτοταξική διάταξη της Smurfit Kappa (www.smurfitkappa.com) και τα σημεία αναφοράς παρουσιάζονται στην παρακάτω εικόνα:



<https://www.smurfitkappa.com/locations>

Με την βοήθεια του cloud analyst έχουμε πραγματοποιήσει συνδυαστικά διάφορες μετρήσεις. Οι παράμετροι που επηρεάζουν την προσομοίωση είναι η καθυστέρηση (delay matrix values in milliseconds) και το εύρος ζώνης (bandwidth matrix values in Mbps). Σε όλες τις μετρήσεις υποθέτουμε ότι τα χαρακτηριστικά του internet , το delay και το bandwidth είναι : 25ms και 250.00Mbps για Βόρεια Αμερική , 25ms και 200.00Mbps για Νότια Αμερική, 25ms και 250.00Mbps για Ευρώπη. Επίσης μεταξύ Βόρειας Αμερικής και Ευρώπης 30ms και 250.00Mbps, μεταξύ Βόρειας Αμερικής και Νότιας Αμερικής 50ms και 200.00Mbps, όπως και μεταξύ Ευρώπης και Νότιας Αμερικής 50ms και 200.00Mbps. Οι περιοχές σε Ασία, Αφρική και Αυστραλία δεν μας ενδιαφέρουν. Ουσιαστικά μας ενδιαφέρουν οι περιοχές της Ευρώπης και της Βόρειας και Νότιας Αμερικής.

Delay Matrix						
The transmission delay between regions. Units in milliseconds						
Region\Region	0	1	2	3	4	5
0	25	50	30	250	250	100
1	50	25	50	500	350	200
2	30	50	25	150	150	200
3	250	500	150	25	500	500
4	250	350	150	500	25	500
5	100	200	200	500	500	25

Bandwidth Matrix						
The available bandwidth between regions for the simulated application. Units in Mbps						
Region\Region	0	1	2	3	4	5
0	250.000	200.000	250.000	100.000	100.000	100.000
1	200.000	200.000	200.000	100.000	100.000	100.000
2	250.000	200.000	250.000	100.000	100.000	100.000
3	100.000	100.000	100.000	150.000	100.000	100.000
4	100.000	100.000	100.000	100.000	50.000	100.000
5	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	200.000

Εικόνα 14: Delay και Bandwidth

7.5 Διαμόρφωση προσομοίωσης

Έχουν πραγματοποιηθεί συνδυαστικά τις παρακάτω δοκιμές:

Περίπτωση 1

Στην πρώτη περίπτωση παίρνουμε σαν αναφορά όλα τα σημεία σε Ευρώπη , τα οποία είναι περίπου 304, στη Νότια Αμερική που είναι περίπου 32 σημεία και στη Βόρεια Αμερική που είναι 13 σημεία και εφαρμόσαμε τους τρεις αλγόριθμους, equally spread, round robin και throttled. (ALL_ equally spread.pdf , ALL_ round robin.pdf, ALL_ throttled)

Ο συνολικός χρόνος επεξεργασίας στατιστικών στοιχείων για το κέντρο δεδομένων σε αριθμούς έχει ως εξής:

Πίνακας 1: equally spread

	Avg (ms)	Min (ms)	Max (ms)
Overall response time	53,23	38,46	76,78
Data Center processing time	3,46	1,95	6,59

Πίνακας 2 : round robin

	Avg (ms)	Min (ms)	Max (ms)
Overall response time	53,23	38,46	76,88
Data Center processing time	3,46	1,84	6,28

Πίνακας 3: throttled

	Avg (ms)	Min (ms)	Max (ms)
Overall response time	53,23	38,46	72,37
Data Center processing time	3,46	1,84	6,28

Στους παραπάνω πίνακες βλέπουμε τον μέσο όρο, τον ελάχιστο και τον μέγιστο χρόνο σε ms από τον συνολικό χρόνο απόκρισης, (overall response time) που έχουν τα data centers μέχρι να φτάσουν σε αυτά request. Στην δεύτερη γραμμή του πίνακα

βλέπουμε τον μέσο όρο, τον ελάχιστο και τον μέγιστο χρόνο απόκρισης του data center, με τους τρεις αλγόριθμους.

Περίπτωση 2

Στην δεύτερη περίπτωση τα σημεία αναφοράς μας ήταν στην Βόρεια Αμερική με 700 εικονικές μηχανές (VM) και στην Νότια Αμερική 30 VM και εφαρμόζουμε και τους τρεις αλγόριθμους.

(ONLY_1_NA_700VM_AND_1_SA_30VM_equality_spread.pdf,

ONLY_1_NA_700VM_AND_1_SA_30VM_throttled.pdf,

ONLY_1_NA_700VM_AND_1_SA_30VM_round_robin.pdf)

Ο συνολικός χρόνος επεξεργασίας στατιστικών στοιχείων για το κέντρο δεδομένων σε αριθμούς έχει ως εξής:

Πίνακας 4: equally spread

	Avg (ms)	Min (ms)	Max (ms)
Overall response time	65,24	45,36	113,15
Data Center processing time	6,98	3,23	10,21

Πίνακας 5: round robin

	Avg (ms)	Min (ms)	Max (ms)
Overall response time	65,24	44,76	112,15
Data Center processing time	6,98	3,23	10,21

Πίνακας 6: throttled

	Avg (ms)	Min (ms)	Max (ms)
Overall response time	65,25	44,76	113,15
Data Center processing time	6,98	3,23	10,21

Περίπτωση 3

Στην τρίτη περίπτωση έχουμε data center σε Ευρώπη με 700 Virtual Machine, και στην Νότια Αμερική με 30 Virtual Machine. Σε αυτά τα σημεία εφαρμόσαμε τους τρεις αλγορίθμους, equally spread, round robin και throttled.

(ONLY_1_EU_700VM_AND_1_SA_30VM_equally_spread.pdf

ONLY_1_EU_700VM_AND_1_SA_30VM_round_robin.pdf

ONLY_1_EU_700VM_AND_1_SA_30VM_throttled.pdf)

Ο συνολικός χρόνος επεξεργασίας στατιστικών στοιχείων για το κέντρο δεδομένων σε αριθμούς έχει ως εξής:

Πίνακας 7: equally spread

	Avg (ms)	Min (ms)	Max (ms)
Overall response time	57,99	42,74	120,99
Data Center processing time	7,24	3,23	38,80

Πίνακας 8: round robin

	Avg (ms)	Min (ms)	Max (ms)
Overall response time	62,29	42,74	130,65
Data Center processing time	8,26	3,23	44,18

Πίνακας 9: throttled

	Avg (ms)	Min (ms)	Max (ms)
Overall response time	57,71	42,74	94,54
Data Center processing time	7,20	3,23	34,29

Τα αναλυτικά αποτελέσματα επισυνάπτονται αναλυτικά στο παράρτημα στα αντίστοιχα pdf που αναγράφονται παρακάτω.

- Data centers σε όλες τις ηπείρους (Ευρώπη, Νότια Αμερική, Βόρεια Αμερική) με αναλογία στον αριθμό των data center σε αυτές.
- Data centers σε Νότια Αμερική και Βόρεια Αμερική μόνο και
- Data centers σε Νότια Αμερική και Ευρώπη μόνο

Με βάση τις μετρήσεις που έχουμε πραγματοποιήσει καταλήξαμε στα εξής συμπεράσματα:

Λόγω της όχι και τόσο καλής υποδομής και διασυνδέσεων της Νότιας Αμερικής με τις δύο ηπείρους που μας ενδιαφέρουν υπάρχει ανάγκη για τοπικό data center κάτι που δεν είναι αναγκαίο για την Βόρεια Αμερική. Προτιμήθηκε να υπάρχουν data centers αναλογικά σε κάθε ήπειρο περισσότερο για λόγους fail over καθώς το κόστος του να έχει μια εταιρία όλα τα κέντρα στην Ευρώπη ή στην Βόρεια Αμερική είναι παρόμοιο, με πιο συμφέρον ή πιο πιθανό να είναι στην Ευρώπη, γιατί τα περισσότερα σημεία βρίσκονται σε αυτήν.

Τέλος υπάρχουν τρεις δοκιμές για να δούμε ποια είναι η καλύτερη λύση για τον επιμερισμό του φόρτου εργασίας. Με βάση τον αλγόριθμο Round Robin, equally spread current execution load και throttled.

Με βάση τα αποτελέσματα που επισυνάπτονται αναλυτικά στο παράρτημα, καταλήξαμε στο συμπέρασμα ότι η καλύτερη λύση είναι το throttled καθώς ο χρόνος απόκρισης (response time) και ο processing time ήταν καλύτεροι σε σχέση με τους άλλους δύο τρόπους. ([ALL_equality_spread.pdf](#), [ALL_throttled.pdf](#) , [ALL_round_robin.pdf](#)).

Configuration Item	Value
User grouping factor in User Bases: (Equivalent to number of simultaneous users from a single user base)	10
Request grouping factor in Data Centers: (Equivalent to number of simultaneous requests a single application server instance can support.)	10
Executable instruction length per request: (bytes)	100
Load balancing policy across VM's in a single Data Center:	Round Robin Round Robin Equally Spread Current Execution Load Throttled

7.6 Total Cost of Ownership (TCO) Calculator

Το Total Cost of Ownership (TCO) Calculator είναι ένα εργαλείο το οποίο έχει 3 στάδια που θα πρέπει να ακολουθούν.

Το πρώτο στάδιο είναι:

i)Ο καθορισμός του φόρτου εργασίας (Define your workloads), όπου και ορίζουμε τους servers που ήδη χρησιμοποιούμε και το φόρτο εργασίας που δέχονται είτε είναι αυτός υπολογιστικός είτε αποθηκευτικός.

1 Define your workloads 2 Adjust assumptions 3 View report

My saved reports

Define your workloads

Enter the details of your on-premises workloads. This information will be used to understand your current TCO and recommended services in Azure.

Servers

Enter the details of your on-premises server infrastructure. After adding a workload, select the workload type and enter the remaining details.

EUROPE

Workload: Windows/Linux Server Environment: Virtual Machines Operating system: Windows VMs: 500 (1 - 9999) Virtualization: VMware Core(s): 2 (1 - 22)

RAM (GB): 4 (1 - 64) Optimize by: CPU Windows Server 2008/2008 R2

NORTH AMERICA

Workload: Windows/Linux Server Environment: Virtual Machines Operating system: Windows VMs: 100 (1 - 9999) Virtualization: VMware Core(s): 2 (1 - 22)

RAM (GB): 4 (1 - 64) Optimize by: CPU Windows Server 2008/2008 R2

SOUTH AMERICA

Workload: Windows/Linux Server Environment: Virtual Machines Operating system: Windows VMs: 30 (1 - 9999) Virtualization: VMware Core(s): 2 (1 - 22)

RAM (GB): 4 (1 - 64) Optimize by: CPU Windows Server 2008/2008 R2

+ Add server workload

Εικόνα 15: Define your workloads

ii)Το δεύτερο στάδιο είναι η προσαρμογή των υποθέσεων που κάνουμε (Adjust assumptions). Σε αυτό το στάδιο ορίζουμε οποιαδήποτε επιπλέον κόστη γνωρίζουμε ή απλά κρατάμε αυτά που μας δίνει ως δεδομένα (default) το εργαλείο.

Total Cost of Ownership (TCO) Calculator
 Estimate the cost savings you can realize by migrating your workloads to Azure

1 Define your workloads 2 **Adjust assumptions** 3 View report

[My saved reports](#)

Adjust assumptions

The following assumptions are being made as part of the TCO model. These key assumptions usually vary among customers. We recommend reviewing these values for accuracy.

Currency: US Dollar (\$)

Software Assurance coverage (provides Azure Hybrid Benefit)
 Enable this if you have purchased this benefit for your on-premises Windows or SQL Servers. If enabled, Azure Hybrid Benefit (AHB) will be applied to Azure estimates. AHB helps you get more value from your on-premises licenses — save up to 40 percent on virtual machines and up to 82 percent with Azure Reserved Virtual Machines (VM) instances.

Windows Server Software Assurance coverage

SQL Server Software Assurance coverage

[Learn more about Software Assurance >](#) [Learn more about Azure Hybrid Benefit >](#)

Geo-redundant storage (GRS)
 GRS replicates your data to a secondary region that is hundreds of miles away from the primary region.

[Learn more about GRS >](#)

Virtual Machine costs
 Enable this for the Calculator to not recommend B-series virtual machines

[Learn more about B-series virtual machines >](#)

Electricity costs
 Price per KW hour (USD)

Electricity costs
 Price per KW hour (USD)

Storage costs

Storage procurement cost/GB for local disk/SAN-SSD (USD)

Storage procurement cost/GB for local disk/SAN-HDD (USD)

Storage procurement cost/GB for NAS/file storage (USD)

Storage procurement cost/GB for Blob storage (USD)

Annual enterprise storage software support cost (%)

Cost per tape drive (USD)

IT labor costs

Number of physical servers that can be managed by a full time administrator

Number of virtual machines that can be managed by a full time administrator

Hourly rate for IT administrator (USD)

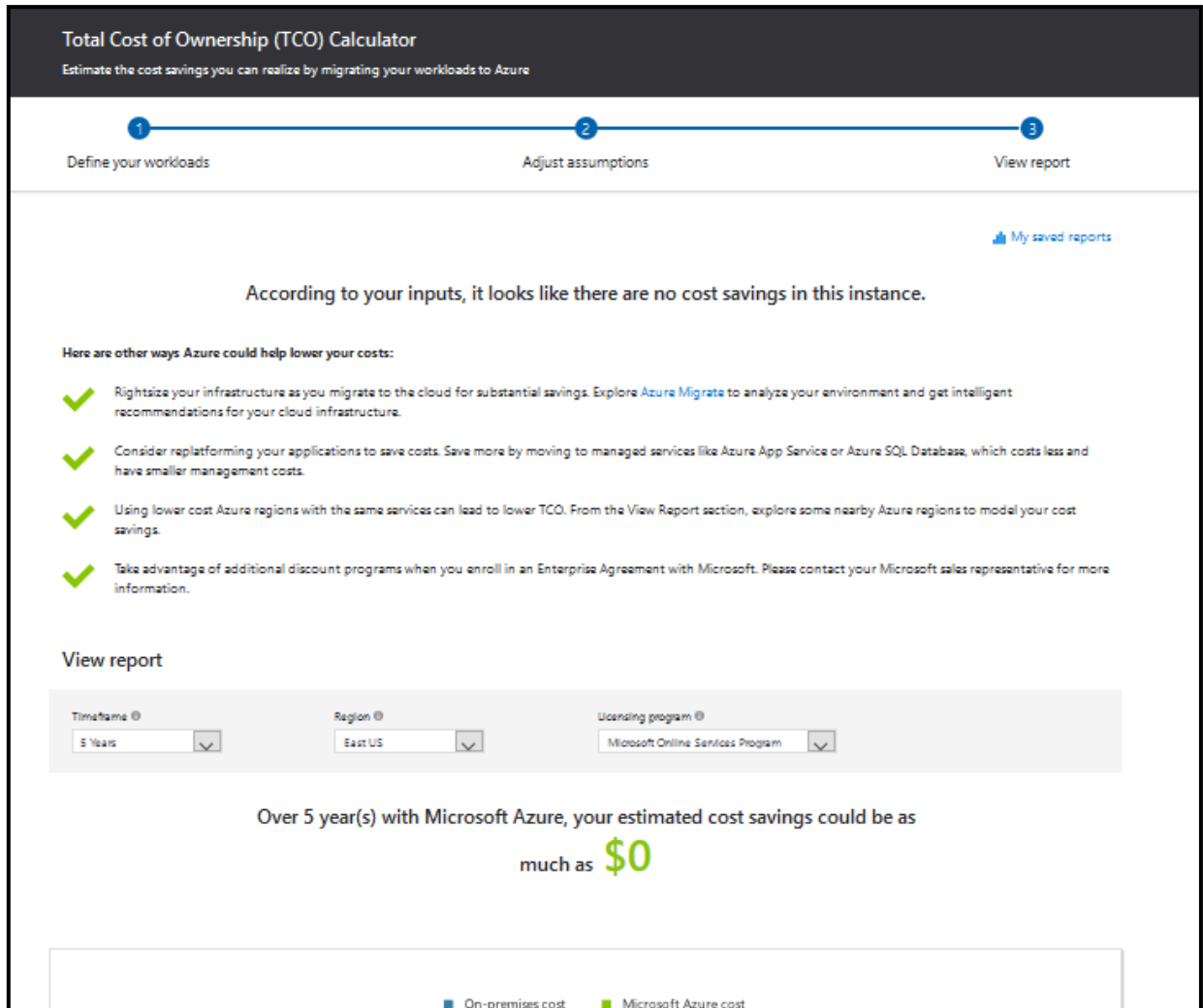
Other assumptions

The following assumptions also affect the TCO model, but typically require less adjustment by customers. You can come back to this section at any time and adjust the assumptions.

- Hardware costs
- Software costs
- Electricity costs
- Virtualization costs
- Data center costs
- Networking costs
- Database costs

Εικόνα 16: Adjust assumptions

iii) Το τρίτο και τελευταίο στάδιο είναι αυτό που εμφανίζει τα αποτελέσματα με γραφήματα και κείμενο όπως αυτά εμφανίζονται στο συνημμένο pdf (Total Azure cost.pdf)

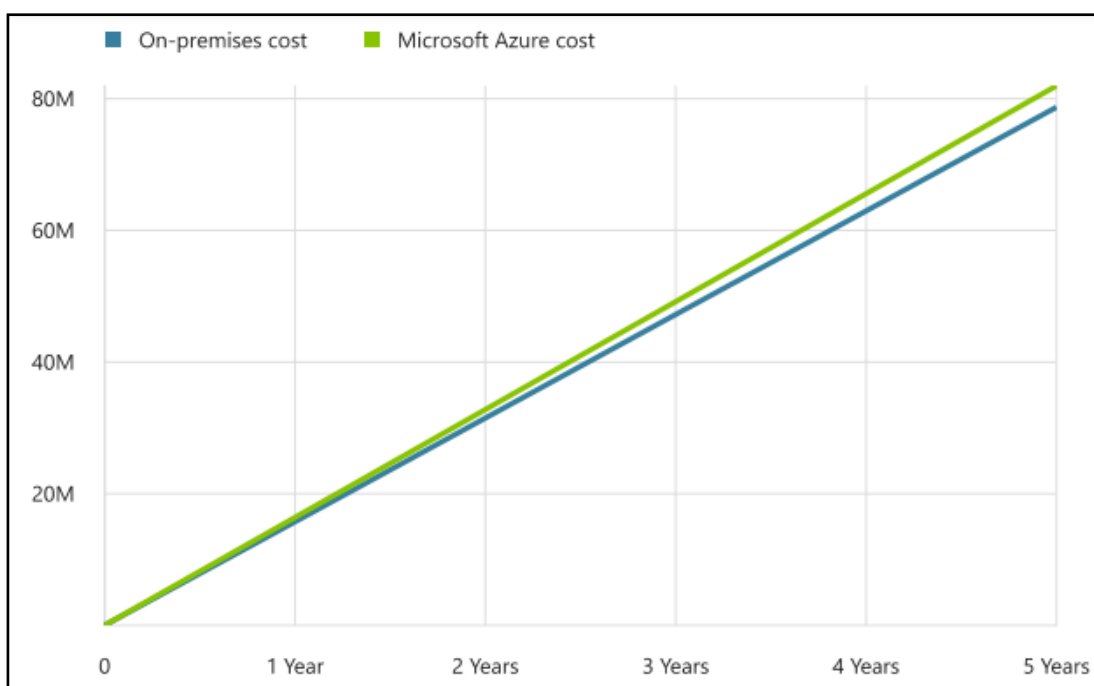


Εικόνα 17 :View report

7.7 Σύνοψη αποτελεσμάτων προσομοίωσης

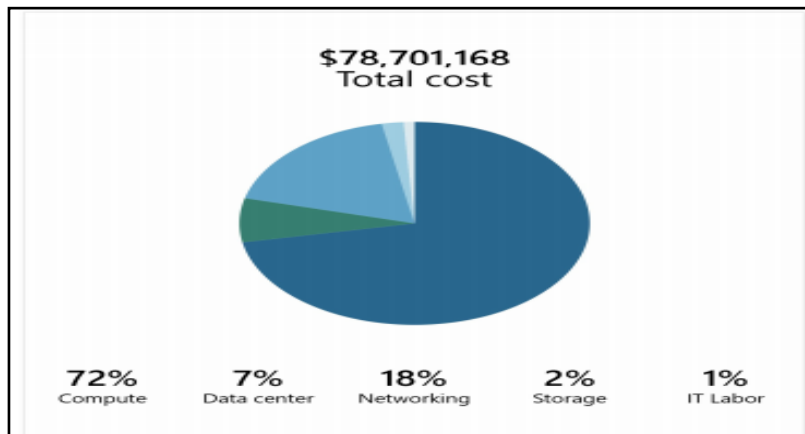
Χρησιμοποιώντας το εργαλείο Total Cost of Ownership (TCO) Calculator που προσφέρει δωρεάν η Microsoft στην διεύθυνση <https://azure.microsoft.com/en-us/pricing/tco/calculator/> μπορέσαμε να βγάλουμε ένα αρκετά ακριβές συμπέρασμα για το πόσο συμφέρουσα οικονομικά ή όχι είναι η μετάβαση της εταιρίας από δικά της Data Center στο Microsoft Azure.

Το αποτέλεσμα δείχνει ότι μετά από πέντε (5) χρόνια χρήσης στο Microsoft Azure δεν θα έχει κανένα οικονομικό κέρδος σε σχέση με το αντίστοιχο χρονικό διάστημα χρήσης σε δικά της Data Center (on premises). Όπως φαίνεται στο γράφημα 1.

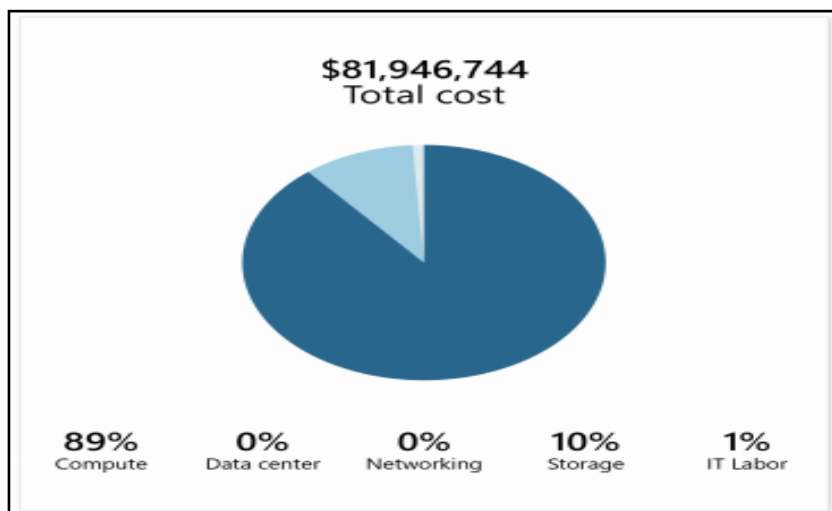


Γράφημα 1

Φαίνεται ότι το κόστος για 5 χρόνια χρήσης στο Microsoft Azure θα είναι \$81.946.744 (γράφημα 3) ενώ αντίστοιχα το κόστος για 5 χρόνια χρήσης On premises είναι \$78.701.168 όπως φαίνεται στο Γράφημα 2. Δηλαδή η εταιρία θα ζημιωθεί περίπου \$3.000.000.



Γράφημα 2



Γράφημα 3

Αναλύοντας το κόστος αυτό βλέπουμε ότι ενώ On premises τα Κέντρα Κόστους είναι περισσότερα από τα Κέντρα Κόστους στη χρήση του Azure, σαν σύνολο (χρηματικά) είναι λιγότερα.

Στα On premises κόστη έχουμε το Compute \$56,538,390.00 που περιλαμβάνει το Hardware \$34,887,940.00 , το Software \$12,433,100.00, το Ηλεκτρικό ρεύμα \$4,231,140.00, το Virtualization \$339,960.00 & τις βάσεις δεδομένων \$4,646,250.00. Αντίστοιχα στο Azure το κόστος του Compute είναι \$73,202,940.00, χωρίς να περιέχει επιμέρους κόστη. Ακόμα και έτσι είναι περίπου \$17,000,000.00 παραπάνω.

Στα On premises κόστη, το κόστος των Data Center είναι \$5,616,487.80, ενώ αντίστοιχα δεν υπάρχει τέτοιο κόστος στο Azure καθώς η εταιρία δεν πληρώνει για την διατήρηση των αντίστοιχων Data Center.

Το κόστος δικτύου στα On premises κόστη είναι \$14,208,600.00, ενώ αντίστοιχα το κόστος στο Azure είναι μόλις \$6,114.00 καθώς η εταιρία δεν χρειάζεται να διατηρεί τόσα πολλά μισθωμένα κυκλώματα, έχοντας το μισό περίπου κόστος, όπως και ότι δεν υπάρχει το μεγάλο κόστος κτήσης και συντήρησης του Hardware και Software που χρειάζεται για να λειτουργήσει.

Το κόστος αποθήκευσης στα On premises κόστη είναι \$1,207,200.00, ενώ αντίστοιχα το κόστος στο Azure είναι \$7,962,495.36, δηλαδή σχεδόν 7 φορές παραπάνω, καθώς το κόστος αποθήκευσης στο Cloud είναι αρκετά ακριβότερο από την τοπική αποθήκευση. Αυτό συμβαίνει γιατί ενώ υπάρχει μικρότερο κόστος ανά GB στο Azure από ότι στο On premises, το κόστος του Backup και της αρχειοθέτησης στο Azure είναι 7 φορές μεγαλύτερο.

Τέλος στο Azure το μισθολογικό κόστος για προσωπικό πληροφορικής είναι τα δύο τρίτα (2/3) (\$775,195.00) από ότι το μισθολογικό κόστος στο On premises (\$1,130,490.00), αφού χρειάζονται τα 2/3 σχεδόν του προσωπικού, για την διαχείριση των συστημάτων της εταιρίας.

8 Επίλογος

8.1 Σύνοψη – Συμπεράσματα

Το υπολογιστικό νέφος είναι η παροχή διάφορων υπηρεσιών μέσω του διαδικτύου. Οι υπηρεσίες αυτές περιλαμβάνουν εργαλεία και εφαρμογές όπως αποθήκευση δεδομένων, virtual διακομιστές, βάσεις δεδομένων, δικτύωση και Software. Εάν κάποιος χρήστης έχει πρόσβαση στο διαδίκτυο έχει πρόσβαση στα δεδομένα και στο αντίστοιχο λογισμικό που χρειάζεται για να τα προσπελάσει. Είναι μία δημοφιλής επιλογή, τόσο για τους ιδιώτες όσο και για τις επιχειρήσεις, για διάφορους λόγους όπως η αυξημένη παραγωγικότητα, η ταχύτητα, η αποδοτικότητα και κυρίως για την εξοικονόμηση κόστους που προσφέρει. Βέβαια υπάρχει ένα θέμα ασφάλειας των δεδομένων στο υπολογιστικό νέφος, αν και είναι δυνατόν, να δημιουργηθούν οι ίδιες δικλίδες ασφαλείας όπως σε ένα τοπικό δίκτυο και έτσι τα δεδομένα που βρίσκονται σε

αυτό (στο νέφος), να είναι το ίδιο ασφαλή και ίσως και περισσότερο, από ότι σε ένα τοπικό εταιρικό δίκτυο.

Το υπολογιστικό νέφος προσφέρει στις επιχειρήσεις μια τεράστια δυνατότητα για εξοικονόμηση κόστους. Αυτό γιατί οι εταιρίες δεν χρειάζεται πλέον να αγοράσουν, να κατασκευάσουν και να διατηρήσουν δαπανηρές τεχνολογίες διαχείρισης πληροφοριών και υποδομών. Οι εταιρίες μπορούν τώρα με το νέφος να ανταλλάξουν τα δαπανηρά κέντρα διακομιστών (data center) και τμήματα πληροφορικής για γρήγορες συνδέσεις στο διαδίκτυο όπου οι εργαζόμενοί τους αλληλεπιδρούν και ολοκληρώνουν τα καθήκοντά τους πιο γρήγορα και πιο άμεσα.

Στην παραπάνω εργασία αναπτύξαμε λεπτομερώς όλες τις πτυχές του υπολογιστικού νέφους και κυρίως του Azure Microsoft Cloud.

Με την βοήθεια του Total Cost of Ownership (TCO) Calculator της Microsoft προσπαθήσαμε να αξιολογήσουμε αν είναι προτιμότερο μία ομόσπονδη πολυεθνική εταιρία να έχει τα δικά της Data Center για τις ανάγκες της ή είναι προτιμότερο να μεταφέρει τις υπηρεσίες της στο Microsoft Azure Cloud. Το Total Cost of Ownership (TCO) Calculator της Microsoft είναι ένα εργαλείο που αναπτύχθηκε και υπάρχει στην ιστοσελίδα του Microsoft Azure, με σκοπό να προσομοιώσει το συνολικό κέρδος ή όχι μιας μετάβασης από τοπικά ιδιόκτητα μέσα (data center) στην τεχνολογία νέφους του Microsoft Azure.

Με την βοήθεια του CloudAnalyst προσπαθήσαμε να αξιολογήσουμε τον τρόπο διασποράς και τη χωροταξία των Data Center μιας ομόσπονδης πολυεθνικής εταιρίας έτσι ώστε να έχει τον ταχύτερο δυνατό χρόνο απόκρισης καθώς και την καλύτερη κατανομή υπολογιστικού φόρτου εργασίας σε αυτά. Το CloudAnalyst είναι ένα εργαλείο που αναπτύχθηκε στα πλαίσια της προσομοίωσης, το οποίο χρησιμοποιήθηκε για την διεξαγωγή ασφαλών αποτελεσμάτων, χρησιμοποιώντας περίπου 400 σημεία σε Ευρώπη και Αμερική ώστε να βγει ένα τελικό ασφαλές συμπέρασμα. (300 σημεία στην Ευρώπη, 30-40 σημεία στην Νότια Αμερική και 60 περίπου σημεία Κεντρική και Βόρεια Αμερική).

Όσον αφορά το οικονομικό μέρος, το συμπέρασμά μας είναι ότι ΔΕΝ ΕΙΝΑΙ προς όφελος μιας μεγάλης πολυεθνικής εταιρίας να μεταφέρει τις υπηρεσίες και τα συστήματά της από τα ιδιόκτητα data center της στο Microsoft Azure cloud. Πιθανά αυτό το αποτέλεσμα να είναι διαφορετικό για μικρότερες εταιρίες, καθώς σε μία μεγάλη πολυεθνική εταιρία όπως αυτή που ερευνήσαμε, υπάρχει ήδη η οικονομία κλίμακας που

είναι και το δυνατό χαρακτηριστικό του υπολογιστικού νέφους. Αυτό συμβαίνει γιατί μία πολυεθνική εταιρία όπως η Smurfit Kappa, έχει ήδη τους πόρους και τις δυνατότητες να οργανώσει τις υπηρεσίες πληροφορικής, έτσι ώστε να έχει μεγάλες οικονομίες κλίμακας. Φυσικά δεν μπορούμε να λάβουμε υπόψιν πιθανές τιμολογιακές αλλαγές ή εκπτώσεις που θα μπορούσε να διαφοροποιήσει το αποτέλεσμα.

Με βάση τις μετρήσεις που πραγματοποιήσαμε με το CloudAnalyst καταλήξαμε πως λόγω της κατάστασης των υποδομών στην Νότια Αμερική και των διασυνδέσεων της με τη Βόρεια Αμερική και Ευρώπη, υπάρχει ανάγκη για τοπικό Data Center σε αυτή. Προτιμήθηκε να υπάρχουν data centers αναλογικά σε κάθε ήπειρο περισσότερο για λόγους fail over, καθώς το κόστος να τοποθετηθούν όλα τα κέντρα στην Ευρώπη ή στην Βόρεια Αμερική είναι παρόμοιο, με πιο συμφέρον ή πιο πιθανό να είναι στην Ευρώπη, εφόσον οι περισσότερες εγκαταστάσεις της εταιρίας βρίσκονται σε αυτήν.

Με τις δοκιμές που πραγματοποιήθηκαν για να δούμε ποια είναι η καλύτερη λύση για τον επιμερισμό του φόρτου εργασίας συμπεράναμε πως ο αλγόριθμός throttled είναι αυτός που δίνει τα καλύτερα αποτελέσματα (response time και processing time) ανεξαρτήτως χωροταξίας των Data Center

Βιβλιογραφία

C. Stergiou, K. E. Psannis, A. P. Plageras, Y. Ishibashi, B.-G. Kim, "Algorithms for efficient digital media transmission over IoT and cloud networking", *Journal of Multimedia Information System*, vol. 5, no. 1, pp. 27-34, March 2018

https://www.researchgate.net/publication/323388334_Algorithms_for_efficient_digital_media_transmission_over_IoT_and_cloud_networking

F. Pfarr, T. Buckel, A. Winkelmann, "Cloud Computing Data Protection – A Literature Review and Analysis", in *Proceedings of 47th Hawaii International Conference on System Sciences*, pp. 5018-5027, 6-9 January 2014, Waikoloa, HI, USA.

E. Shi, Y. Niu, M. Jakobsoon, R. Chow, "Implicit Authentication through Learning User Behavior", ACM, in *Proceedings of ISC'10 13th International Conference on Information Security*, pp. 99-113, 25-28 October 2010, Boca Raton, FL, USA.

C. Stergiou, A. P. Plageras, K. E. Psannis, B. B. Gupta, "Secure Machine Learning scenario from Big Data in Cloud Computing via Internet of Things network", Springer, *Handbook of Computer Networks and Cyber Security: Principles and Paradigms, Multimedia Systems and Applications*, in Press, 2019.
https://www.researchgate.net/publication/327386664_Secure_Machine_Learning_scenario_from_Big_Data_in_Cloud_Computing_via_Internet_of_Things_network

E. Almrot, S. Andersson, "A study of the advantages & disadvantages of mobile cloud computing versus native environment", *Digitala Vetenskapliga Arkivet*, Bachelor Thesis in Software Engineering, Blekinge Institute of Technology, Karlskrona, May 2013

S. Fremdt, R. Beck, S. Weber, "Does Cloud Computing Matter? An analysis of the Cloud Model software-as-a-service and its impact on operational agility", in *Proceedings of 46th Hawaii International Conference on System Sciences 2013*, pp. 1025-1034, 7-10 January 2013.

C. Stergiou, K. E. Psannis, "Recent advances delivered by Mobile Cloud Computing and Internet of Things for Big Data applications: a survey", Wiley, *International Journal of Network Management*, pp. 1-12, May 2016

M. R. Rahimi et al, "Mobile Cloud Computing: A survey, State of Art and Future Directions", *Mobile Networks and Applications*, Volume 19, Issue 2, pp. 133-143, March 2014.

C. Stergiou, K. E. Psannis, “Algorithms for Big Data in Advanced Communication Systems and Cloud Computing”, in Proceedings of 19th IEEE Conference on Business Informatics 2017 (CBI2017), Doctoral Consortium, 24-26 July 2017, Thessaloniki, Greece

C. Stergiou, K. E. Psannis, “Efficient and Secure Big Data delivery in Cloud Computing”, Springer, Multimedia Tools and Applications, pp. 1-20, April 2017

C. Stergiou, K. E. Psannis, B.-G. Kim, B. Gupta, “Secure integration of IoT and Cloud Computing”, Elsevier, Future Generation Computer Systems, December 2016.

C. Stergiou, K. E. Psannis, B. Gupta, Y. Ishibashi, “Security, Privacy & Efficiency of Sustainable Cloud Computing for Big Data & IoT”, Elsevier, Sustainable Computing, Informatics and Systems, vol. 19, pp. 174-184, September 2018

https://www.researchgate.net/publication/325767407_Security_Privacy_Efficiency_of_Sustainable_Cloud_Computing_for_Big_Data_IoT

V. Memos and Kostas E. Psannis, Ένα Νέο Πρότυπο Ασφαλείας Βασισμένο στο Cloud Computing για Αποτελεσματική Ανίχνευση Απειλών, 2nd Student Conf. of the Dept. of Applied Informatics, University of Macedonia (FSTEP 2015), Dec. 2015.

V. Memos and Kostas E. Psannis, A New Methodology based on Cloud Computing for Efficient Virus Detection, New Trends in Networking, Computing, E-learning, Systems Sciences, and Engineering, Lecture Notes in Electrical Engineering Volume 312, , pp 37-47. 2015

Χαριτίδης Αλέξανδρος και Ψάννης Κωνσταντίνος, Υπολογιστική Νέφους Για Κινητά Τερματικά σε Δίκτυα 4ης Γενιάς: Apps4Thess, (in Greek), Φοιτητικό Συνέδριο Διοικητικής Επιστήμης και Τεχνολογίας στις 13 Μαΐου 2014.

C. Stergiou, K. E. Psannis, A. P. Plageras, T. Xifilidis, B. B. Gupta, “Security and Privacy of Big Data for Social Networking Services in Cloud”, in Proceedings of IEEE conference on Computer Communications (IEEE INFOCOM 2018), 15-20 April 2018, Honolulu, HI, USA
https://www.researchgate.net/publication/323036016_Security_and_Privacy_of_Big_Data_for_Social_Networking_Services_in_Cloud

P. Chaudhary, B. B. Gupta, S. Gupta, "Auditing Defense against XSS Worms in Online Social Network-Based Web Applications," Handbook of Research on Modern Cryptographic Solutions for Computer and Cyber Security, IGI-Global's Advances in Information Security, Privacy, and Ethics (AISPE) series, USA, 2016

Chappelle D., ‘Introducing Windows Azure’, October 2010

Catteddu D, Hogben G. “Cloud Computing Information Assurance Framework, European Network and Information Security Agency (ENISA)”, 2009.

Ali, Mazhar, et al. “Security in Cloud Computing: Opportunities and Challenges.” *Information Sciences*, vol. 305, June 2015, pp. 357–83. ScienceDirect, doi:10.1016/j.ins.2018.07.025.

Azure for Manufacturing | Microsoft Azure [WWW Document], n.d. URL <https://azure.microsoft.com/en-us/industries/discrete-manufacturing/>

Bollinadi, Moulika, and Vijay Kumar Damera. *Cloud Computing: Security Issues and Research Challenges*. Vol. 7, no. 11, 2017, p. 10.

Bhattacharjee, Anol, and Sang Cheol Park. “Why End-Users Move to the Cloud: A Migration-Theoretic Analysis.” *European Journal of Information Systems*, vol. 23, no. 3, May 2014, pp. 357–72.

Casalino, M.M., Plate, H., Ponta, S.E., 2014. Increasing Trust in the Cloud through Configuration Validation, in: *On the Move to Meaningful Internet Systems: OTM 2014 Workshops, Lecture Notes in Computer Science*. Springer, Berlin, Heidelberg, pp. 210–216. https://doi.org/10.1007/978-3-662-45550-0_22

Chang, Victor, et al. “Cloud Computing Adoption Framework: A Security Framework for Business Clouds.” *Future Generation Computer Systems*, vol. 57, Apr. 2016, pp. 24–41. ScienceDirect, doi:10.1016/j.future.2019.07.031.

Chappell, D., n.d. *Adopting Microsoft Azure: A Guide for IT Leaders* 17.

Chappell, D., n.d. *Microsoft Azure Data Technologies: An Overview* 15.

Dutta, Amab, et al. “Risks in Enterprise Cloud Computing: The Perspective of It Experts. *Journal of Computer Information Systems*, vol. 53, no. 4, June 2013, pp. 39–48.

Keyun Ruan, Prof. Joe Carthy, Prof. Tahar Kechadi, Mark Crosbie; (2011); "Cloud forensics: An overview"; Centre for Cybercrime Investigation, University College Dublin

Ruggles Daniel.; (2010); “Cloud Computing Definitions and Use Cases,” Article. n.pag. <https://www.infosecisland.com/blogview/7589-Cloud-Computing-Definitions-and-Use-Cases.html>.

Qi Zhang, Lu Cheng, Raouf Boutaba; (2010); "Cloud computing: state-of-the-art and research challenges"; *J Internet Serv Appl* (2010) 1: 7–18

Mell Peter, Grance Timothy; (2009); "The NIST definition of Cloud Computing: Recommendations of the National Institute of Standards and Technology"; NIST Special Publication 800-145; pp 2

Rhoton, John; (2009); Cloud Computing Explained: Implementation Handbook for Enterprises.; Recursive Press

Staten James; (2009); "Which Cloud Computing Platform is right for you?"; Forrester Research In

Armbrust M., Fox A., Griffith R., Joseph A., Katz R., Konwinski A., Lee G., Patterson D., Rabkin A., Stoica I., Zaharia M.; (2009); "Above the Clouds: A Berkeley view of Cloud Computing"; Electrical Engineering and Computer Sciences University of California at Berkeley

Yan Liang, Rong Chanming, Zhao Gansen; (2010); "Strengthen Cloud Computing Security with Federal Identity Management Using Hierarchical Identity-Based Cryptography"; SprigerLink

Marinos Alexandros, Briscoe Gerard; (2009); "Communtiy Cloud Computing"; SprigerLink

Creasy R.J.; (1981); "The origin of the VM/370 time-sharing system. IBM journal of Research and Development; pp 483-490

Santos N., Gummadi K., Rodriques R.; (2009); "Towards Trusted Cloud Computing"; In Proceedings of the 2009 conference on Hot topics in cloud computing. USENIX Association.

Kamara S., Lauter K., (2010); "Cryptographic Cloud Storage"; Microsoft research

Καραδήμας Δ., (2012), «Cloud Computing», Αναρτήθηκε: 11 Ιανουαρίου, 2012, από <http://www.scribd.com>.

Khajeh-Hosseini, A., Greenwood, D., Sommerville, I., (2010a). «Cloud Migration: A Case Study of Migrating an Enterprise IT System to IaaS», στο IEEE CLOUD 2010.

Ηλεκτρονική Βιβλιογραφία

<https://web.archive.org/web/20131018050315/http://cloudtimes.org/2011/04/12/microsoft-says-to-spend-90-of-rd-on-cloud-strategy/>

Kalliopi, Kanaki (2015-04-27). [ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟ ΝΕΦΟΣ](#)

Καλλιόπη Α. Κανάκη (10 Μάιος 2016). [«ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟ ΝΕΦΟΣ»](#). www.researchgate.net.

<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A5%CF%80%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CE%BD%CE%AD%CF%86%CE%BF%CF%82>

[30/06/2019]

<https://www.csc.com.gr/cloud-computing/> [30/06/2019]

Microsoft Azure. Internet: <https://azure.microsoft.com/en-us/suites/iot-suite/> [15/6/2019]

Microsoft Azure. Internet: <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/iot-hub/> [21/6/2019]

Microsoft Azure. Internet: <https://azure.microsoft.com/en-us/pricing/> [12/6/2019]

Microsoft Azure Documentation. Internet:

<https://docs.microsoft.com/en-us/azure/iot-hub/iot-hub-what-is-iot-hub> [9/6/2019]

Microsoft Azure. Internet: <https://azure.microsoft.com/en-us/overview/azure-stack/>

https://en.wikipedia.org/wiki/Cloud_computing [10/6/2019]

<https://saasaddict.walkme.com/history-cloud-computing/> [10/06/2019]

<https://www.eci.com/solutions/managed-cloud/> [10/06/2019]

<https://aws.amazon.com/types-of-cloud-computing/> [12/06/2019]

<https://www.linkedin.com/pulse/11-pros-cons-cloud-computing-everyone-should-know-umesh-singh/>

[13/06/2019]

<https://www.lifewire.com/cloud-computing-explained-2373125> [13/06/2019]

https://en.wikipedia.org/wiki/Data_as_a_service [15/06/2019]

<https://www.businessinsider.com/10-most-important-in-cloud-computing-2013-4?op=1%2F#no-7-ibm-all-in-for-openstack-5> [15/07/2019]

<https://www.businessinsider.com/the-most-popular-cloud-apps-used-at-work-2015-8> [15/07/2019]

<https://www.datamation.com/cloud-computing/75-open-source-cloud-computing-apps-1.html> [15/07/2019]

<https://rickscloud.com/most-used-cloud-apps-in-enterprises> [15/07/2019]

https://en.wikipedia.org/wiki/Cloud_computing_security [15/07/2019]

<https://sourceforge.net/projects/cloudanalystnetbeans/files/latest/download> [16/07/2019]

<https://support.office.com/el-gr/article/%CE%9A%CE%B1%CE%BB%CF%8E%CF%82-%CE%BF%CF%81%CE%AF%CF%83%CE%B1%CF%84%CE%B5-%CF%83%CF%84%CE%BF-yammer-02ac514e-cf1d-4060-9cde-6038ca812ede> [20/10/2019]

<http://cloudcomputingingreek.blogspot.com/2013/02/computing-cloud-2-cloud-computing.html>

[31/07/2019]

<https://cited.gr/what-is-spi-saas-paas-iaas/> [31/07/2019]

<https://www.oracle.com/assets/fy16q2-one-cy-web-2680245-en-cy.pdf> [10/08/2019]

<https://www.protothema.gr/technology/article/202066/ereyna-gia-ta-ofelh-toy-cloud-computing-stis-epixeirhseis/> [28/07/2019]

<https://www.iphost.net/el/blog/ta-ofeli-tou-windows-azure/> [28/09/2019]

<https://www.secnews.gr/201045/qualcomm-chips-microsoft-azure-sphere-iot/> [17/09/2019]

<https://azure.microsoft.com/en-us/solutions/sap/> [25/09/2019]

<https://docs.microsoft.com/el-gr/azure/> [25/09/2019]

<https://www.citrix.com/> [23/09/2019]

<https://el.wikipedia.org/wiki/VMware> [20/09/2019]

<https://el.wikipedia.org/wiki/ICloud> [25/09/2019]

[https://en.wikipedia.org/wiki/Jira_\(software\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Jira_(software)) [25/09/2019]

Παράρτημα Α



ALL_throttled.pdf



ONLY_1_EU_700VM_
AND_1_SA_30VM_eq



ONLY_1_EU_700VM_
AND_1_SA_30VM_roi



ONLY_1_EU_700VM_
AND_1_SA_30VM_thr



ALL_equality_spread.
pdf



Total Azure cost.pdf



ALL_round_robin.pdf



ONLY_1_NA_700VM_AND_1_SA_30VM_throttled.pdf



ONLY_1_NA_700VM_AND_1_SA_30VM_equality_spread.pdf



ONLY_1_NA_700VM_AND_1_SA_30VM_round_robin.pdf