



**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ  
ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ**

**ΣΧΟΛΗ: ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ**

**ΤΜΗΜΑ: ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ**

**ΘΕΜΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ:**

**Η ΕΝΝΟΙΑ ΚΑΙ ΟΙ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ  
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟΥ ΝΕΦΟΥΣ**

**ΦΟΙΤΗΤΕΣ:**

*ΚΩΣΤΑΝΤΗΣ ΠΑΡΑΣΚΕΥΟΠΟΥΛΟΣ*

*ΒΑΣΙΛΗΣ ΤΣΑΓΚΟΥΛΗΣ*

*ΑΜΑΝΤΑ ΚΑΤΣΑΡΟΥ*

**ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ :ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ ΔΗΜΗΤΡΗΣ**

**ΠΑΤΡΑ, 2013**

## Περίληψη

Στην παρούσα εργασία γίνεται μια προσπάθεια προσέγγισης μιας νέας έννοιας στον χώρο της πληροφορικής, όπως είναι αυτή του υπολογιστικού νέφους (cloud computing). Μέσα από τη ανάλυση σχετικών ορισμών αλλά και των κυρίων χαρακτηριστικών του υπολογιστικού νέφους, γίνεται αντιληπτό το φάσμα των δυνατοτήτων του. Επίσης παρουσιάζεται ένας πλήθος εφαρμογών υπολογιστικού νέφους, που βοηθούν στη καλύτερη και ορθότερη κατανόηση του θέματος.

# Πίνακας περιεχομένων

<i>Περίληψη</i> .....	2
<i>Πίνακας περιεχομένων</i> .....	3
<b>Κεφάλαιο 1: Εισαγωγολογικές Έννοιες</b> .....	5
<b>1.1 Ιστορική Αναδρομή</b> .....	8
<b>1.2 Χαρακτηριστικά</b> .....	11
<b>1.3 Cloud Computing: Γιατί τώρα;</b> .....	13
<b>1.4 Πλεονεκτήματα Υπολογιστικού Νέφους</b> .....	15
<b>1.5 Μειονεκτήματα Υπολογιστικού Νέφους</b> .....	17
<b>1.6 Σύγχρονα παραδείγματα υπολογιστικού νέφους</b> .....	19
1.6.1 Σε επίπεδο χρήστη .....	19
1.6.2 Σε επιχειρησιακό περιβάλλον .....	20
<b>Κεφάλαιο 2: Αρχιτεκτονική του Υπολογιστικού Νέφους</b> .....	22
<b>2.1 Εισαγωγή</b> .....	22
2.1.1 Παραδείγματα Αρχιτεκτονικών .....	24
<b>2.2 Μοντέλα εφαρμογών και υπηρεσιών</b> .....	27
<b>2.3 Μοντέλα Ανάπτυξης</b> .....	32
2.3.1 Private cloud .....	32
2.3.2 Community cloud .....	33
2.3.3 Public cloud .....	34
2.3.4 Hybrid cloud .....	34
<b>2.4 Διαχείριση των δεδομένων στο Cloud</b> .....	35
<b>Κεφάλαιο 3: Μοντέλα εφαρμογών και υπηρεσιών στο υπολογιστικό νέφος</b> .....	36
<b>3.1 Υποδομή ως υπηρεσία (Infrastructure as a Service - IaaS)</b> .....	37
3.1.1 Cloud Desktop .....	37
3.1.2 Οφέλη πελατών.....	38
3.1.3 Cloud Servers.....	39
3.1.4 Υπηρεσίες φιλοξενίας συστημάτων πελατών (Colocation).....	40
3.1.5 Virtual Private Servers (VPS).....	41
<b>3.2 Λογισμικό ως υπηρεσία (Software as a Service - SaaS)</b> .....	42
3.2.1 Τηλεπικοινωνίες .....	44
3.2.2 Ασφάλεια .....	45
3.2.3 Service Level Agreement.....	46
3.2.4 Απομακρυσμένη πρόσβαση.....	46
3.2.5 Mobility .....	47
3.2.6 Business mobile applications .....	48
3.2.7 Πλεονεκτήματα.....	50
<b>3.3 Πλατφόρμα ως υπηρεσία (Platform as a Service - PaaS)</b> .....	51
3.3.1 Cloud Sites.....	53
3.3.2 Cloud Databases .....	54
3.3.3 Cloud Storage .....	55
3.3.4 Εξειδικευμένα μοντέλα υπηρεσιών.....	56
<b>Κεφάλαιο 4: Πλατφόρμες για το υπολογιστικό νέφος</b> .....	62
<b>4.1 Κατηγορίες cloud computing και πάροχοι</b> .....	62
<b>4.2 Azure Platform</b> .....	66

4.2.1	Windows Azure Compute.....	67
4.2.2	Windows Azure Storage .....	68
4.2.3	Windows SQL Azure.....	69
<b>4.3</b>	<b>Εφαρμογές Cloud Computing της Amazon.com .....</b>	<b>74</b>
4.3.1	Amazon EC2 (Elastic Compute Cloud).....	74
4.3.2	Amazon S3 (Simple Storage Service).....	79
<b>4.4.</b>	<b>Google App Engine.....</b>	<b>81</b>
	<b>Κεφάλαιο 5: Συμπεράσματα.....</b>	<b>88</b>
	<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>89</b>

## Κεφάλαιο 1: Εισαγωγικές Έννοιες

Το “υπολογιστικό νέφος” (cloud computing) είναι η παροχή υπολογιστικών πόρων μέσω ενός δικτύου υπολογιστών. Ως πόροι αναφέρονται διάφορες εφαρμογές, βάσεις δεδομένων, υπηρεσίες αρχείων, ηλεκτρονικό ταχυδρομείο κ.λ.π. Σύμφωνα με το παραδοσιακό μοντέλο, οι υπολογιστές περιέχουν τόσο τα δεδομένα (data) όσο και το λογισμικό (software) που απαιτείται για την εκτέλεση μιας εργασίας. Στο υπολογιστικό νέφος όμως, ο υπολογιστής του χρήστη περιέχει πολύ λιγότερα δεδομένα ή λογισμικό, γιατί η υπολογιστική ισχύ μοιράζεται μέσω ενός δικτύου σε περισσότερα από ένα υπολογιστικά συστήματα.

Το υπολογιστικό νέφος μετατρέπει την τεχνολογία της πληροφορικής σε είδος κοινής ωφέλειας που καταναλώνεται, όπως για παράδειγμα συμβαίνει με το ηλεκτρικό ρεύμα. Η διακίνηση υπηρεσιών πληροφορικής όμως μέσω του νέφους απαιτεί περισσότερες ενέργειες από μία απλή τεχνική αναβάθμιση.

Γενικά η υιοθέτηση ενός υπολογιστικού νέφους θεωρείται μια στιβαρή, αξιόπιστη και φθηνή αποθηκευτική και δικτυακή λύση για μικρές και μεσαίες επιχειρήσεις που δεν μπορούν να συντηρούν τον δικό τους server.

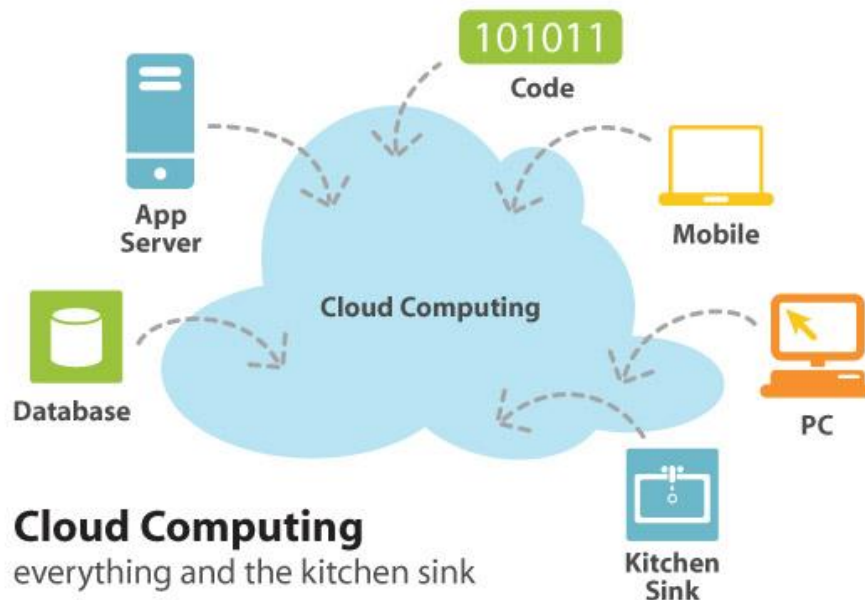
Το υπολογιστικό νέφος θεωρείται ακόμα μία νέα τεχνολογία αν και είναι γνώριμη σε κάποιον που ασχολείται με διαδικτυακές υπηρεσίες για την αποθήκευση δεδομένων, όπως το Hotmail και το Gmail.

Ένα μεγάλο ποσοστό χρηστών υπολογιστή έχει χάσει αποθηκευμένα αρχεία (φωτογραφίες, ταινίες κλπ) όταν αντιμετώπισε πρόβλημα με τον σκληρό δίσκο ή τον υπολογιστή του. Σύμφωνα με δημοσκοπήσεις, πολλοί είναι αυτοί που θα ήθελαν να αποθηκεύουν το υλικό τους στο Internet και να έχουν πρόσβαση σε αυτό το περιεχόμενο από οποιαδήποτε συσκευή. Το υπολογιστικό νέφος δίνει τέτοιες δυνατότητες στον κάθε χρήστη, δηλαδή να καταχωρεί δεδομένα και πληροφορίες σε μία κοινή βάση, ένα “σύννεφο” στο διαδίκτυο, χωρίς να χρειάζεται ακριβός εξοπλισμός και λογισμικό.



**Εικόνα 1: Cloud Computing**

Ο όρος υπολογιστικό νέφος είναι ένας νέος όρος ο οποίος αναφέρεται τόσο στις εφαρμογές που είναι διαθέσιμες μέσω Internet με την μορφή μιας υπηρεσίας ιστού, όσο και στο υλικό και το λογισμικό που βρίσκεται σε κέντρα δεδομένων (data centers) και χρησιμοποιείται για την παροχή αυτών των υπηρεσιών. Οι εφαρμογές συνήθως αναφέρονται ως *Software as a Service (SaaS)* ενώ το λογισμικό και το υλικό στα κέντρα δεδομένων είναι αυτό που αποκαλούμε νέφος (Cloud). Το cloud computing μπορεί να χαρακτηριστεί αν όχι απλά συγγενές, απόγονος του grid computing.



**Εικόνα 2: Cloud Computing (2)**

Τα υπολογιστικά νέφη διακρίνονται σε τρεις κύριες κατηγορίες ανάλογα με την οργάνωση τους και τον σκοπό που εξυπηρετούν. Όταν το νέφος είναι διαθέσιμο επί πληρωμή στο ευρύ καταναλωτικό κοινό αποκαλείται δημόσιο νέφος - *Public Cloud*, ενώ η υπηρεσία που πωλείται αποκαλείται *Utility Computing*. Τα κυριότερα παραδείγματα public cloud που υπάρχουν σήμερα είναι το Amazon Web Services, το Google AppEngine και το Microsoft Azure.

Ύστερα, έχουμε την περίπτωση όπου το νέφος δεν είναι διαθέσιμο στο κοινό αλλά αποτελεί το κέντρο δεδομένων μιας επιχείρησης ή ενός οργανισμού. Τότε το νέφος αυτό αποκαλείται ιδιωτικό νέφος - *Private Cloud*. Πέραν των private και public cloud, υπάρχουν και τα υβριδικά νέφη, τα αποκαλούμενα hybrid cloud. Τα hybrid cloud προκύπτουν από το συνδυασμό των private και των public clouds. Ο πιο συνηθισμένος λόγος ύπαρξης hybrid cloud είναι όταν το private cloud ενός οργανισμού δεν μπορεί να ανταποκριθεί σε απότομες αυξομειώσεις της ροής εργασίας (workflow), οπότε μέρος της εργασίας κατανέμεται σε κάποιο εξωτερικό public cloud για ικανοποίηση των προσωρινών αυξημένων απαιτήσεων. Το cloud computing περιλαμβάνει το SaaS και Utility Computing αλλά δεν περιλαμβάνει τα private cloud.

Είναι εύκολο να διαπιστώσουμε τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα του cloud computing τόσο για τους χρήστες όσο και για τους παρόχους των υπηρεσιών. Τους παρόχους εξυπηρετεί η εύκολη εγκατάσταση του λογισμικού, η εύκολη συντήρηση και η κεντρική διαχείριση. Οι χρήστες από την άλλη, έχουν την δυνατότητα πρόσβασης στην υπηρεσία από οποιοδήποτε σημείο, οποιαδήποτε στιγμή, τη δυνατότητα να μοιράζονται εύκολα δεδομένα με άλλους χρήστες και αποθήκευσής τους σε ασφαλές σημείο. Το υπολογιστικό νέφος δεν προσφέρει κάτι διαφορετικό, απλά δίνει τη δυνατότητα στους παρόχους να προσφέρουν το προϊόν τους χωρίς να έχουν δικό τους κέντρο δεδομένων.

Πιο αναλυτικά όσον αφορά τη χρήση του υλικού, το υπολογιστικό νέφος παρέχει τις παρακάτω δυνατότητες:

- Το υπολογιστικό νέφος δημιουργεί την ψευδαίσθηση της ύπαρξης άπειρων υπολογιστικών πόρων. Οι χρήστες έχουν την δυνατότητα να αυξομειώνουν τους πόρους που χρησιμοποιούν κάθε στιγμή και έτσι δεν απαιτείται από τους

χρήστες να κάνουν μακροπρόθεσμο σχεδιασμό των απαιτήσεων τους σε υλικό.

- Οι χρήστες του υπολογιστικού νέφους δεν δεσμεύονται με μακροχρόνιες συμφωνίες όσον αφορά την χρήση των πόρων. Μ' αυτό τον τρόπο δίνεται η δυνατότητα σε εταιρείες να ξεκινούν με μικρές συμφωνίες και να αυξάνουν τους χρησιμοποιούμενους υπολογιστικούς πόρους όσο αυξάνονται και οι απαιτήσεις τους.
- Η δυνατότητα που υπάρχει να χρεώνεται η χρήση του υπολογιστικών πόρων με βάση βραχυπρόθεσμες συμφωνίες (π.χ. χρέωση επεξεργαστών/ώρα χρήσης) οδηγεί στην αποδέσμευση υπολογιστικών πόρων όταν πλέον δεν υπάρχει ανάγκη χρήσης τους.

Ένα επιτυχημένο παράδειγμα χρήσης των παραπάνω είναι το Elastic Compute Cloud (EC2) που παρέχεται από την Amazon Web Services. Το EC2 παρέχει έναν υπολογιστικό κόμβο με επεξεργαστή 1.0 GHz 2007 Opteron, 1.7GB RAM και 160GB αποθηκευτικό χώρο προς \$0.10 την ώρα. Το Amazon Simple Storage Service (S3) χρεώνει \$0.12-\$0.15 ανά GB για κάθε μήνα χρήσης ενώ \$0.10-\$0.17 ανά GB εισερχόμενων ή εξερχόμενων δεδομένων.

## **1.1 Ιστορική Αναδρομή**

Το υπολογιστικό νέφος ως κεντρική ιδέα, τοποθετείται χρονικά στη δεκαετία του 1950, όταν μεγάλης κλίμακας κεντρικοί υπολογιστές (mainframes computers), άρχισαν να διατίθενται σε πανεπιστήμια και επιχειρήσεις, τα οποία ήταν προσβάσιμα μέσω ατομικών τερματικών και αναφέρονταν και ως “χαζά τερματικά” (dumb terminals), επειδή χρησιμοποιούνταν για επικοινωνία αλλά δεν είχαν καμία εσωτερική υπολογιστική ικανότητα. Λόγω του ότι η απόκτηση κεντρικού υπολογιστή ήταν αρκετά δαπανηρή, κατέστη αναγκαίο να βρεθούν μέθοδοι που να μεγιστοποιούν την απόδοση, επιτρέποντας σε πολλούς χρήστες να διαμοιράζονται ταυτόχρονα την πρόσβαση στον κεντρικό υπολογιστή από πολλαπλά τερματικά, καθώς επίσης και να μοιράζονται το χρόνο της CPU, εξαλείφοντας τις περιόδους αδράνειας, κάτι το οποίο έγινε γνωστό στη βιομηχανία των δικτύων ως time-sharing.



Στη δεκαετία του 60, ο John McCarthy εξέφρασε την άποψη ότι οι υπολογιστικοί πόροι μπορούν κάποια μέρα να οργανωθούν ως μια υπηρεσία κοινής ωφελείας<sup>1</sup>. Σχεδόν όλα τα σύγχρονα χαρακτηριστικά του υπολογιστικού νέφους (η ελαστική διάταξη, η παρεχόμενη ως υπηρεσία, η ζωντανή σύνδεση, η ψευδαίσθηση του άπειρου χώρου), η σύγκριση με τη βιομηχανία ηλεκτρικής ενέργειας και της χρήσης των δημόσιων, ιδιωτικών, κυβερνητικών και κοινοτικών μορφών, διερευνώνται ενδελεχώς το 1966, μέσα στο βιβλίο του Douglas Parkhill, “The Challenge of the Computer Utility”.

Μια μερίδα ερευνητών, υποστηρίζει ότι το υπολογιστικό νέφος έχει τις ρίζες του στη δεκαετία του 1950, όταν ο επιστήμονας Herb Grosch (που είναι και ο συντάκτης του ομώνυμου νόμου), θεωρούσε ότι ολόκληρος ο κόσμος θα μπορούσε να λειτουργήσει μέσω τερματικών που θα χρησιμοποιούσαν 15 μεγάλα κέντρα δεδομένων. Λόγω της υψηλής αξίας αυτών των πολύ ισχυρών υπολογιστών, πολλοί οργανισμοί αλλά και άλλοι φορείς, θα μπορούσαν να επωφεληθούν από την υπολογιστική ικανότητα αυτών των υπολογιστών, μέσω του διαμοιρασμού του χρόνου. Πολλοί οργανισμοί όπως η GEISCO της GE, η IBM, η Tymshare, η Dial Data και η BBN, διαφήμισαν τον διαμοιρασμό χρόνου ως μια εμπορική κίνηση.

Στη δεκαετία του 90, οι εταιρείες τηλεπικοινωνιών, οι οποίες κατά το παρελθόν πρόσφεραν κατά κύριο λόγο κυκλώματα δεδομένων point-to-point, άρχισαν να προσφέρουν υπηρεσίες εικονικών ιδιωτικών δικτύων (virtual private network - VPN) με συγκρίσιμη ποιότητα υπηρεσιών, αλλά σε πολύ μικρότερο κόστος. Αλλάζοντας τη κυκλοφορία με σκοπό την εξισορρόπηση της χρήσης του εξυπηρετητή, μπόρεσαν να χρησιμοποιήσουν το συνολικό εύρος ζώνης του δικτύου πιο αποτελεσματικά. Άρχισαν να χρησιμοποιούν το σύμβολο νέφους για να υποδηλώσουν το σημείο οριοθέτησης μεταξύ των ενεργειών που είναι υπεύθυνος ο πάροχος και των ενεργειών που είναι υπεύθυνοι οι χρήστες. Το υπολογιστικό νέφος, επεκτείνει αυτό το όριο για να καλύψει τους εξυπηρετητές, καθώς και την υποδομή του δικτύου<sup>2</sup>.

Με τη πάροδο των χρόνων, η διάδοση των υπολογιστών εξαπλώθηκε και έτσι οι επιστήμονες ήθελαν να διερευνήσουν νέους τρόπους ώστε να είναι διαθέσιμη μεγάλης κλίμακας υπολογιστική ισχύ σε περισσότερους χρήστες μέσω του καταμερισμού του χρόνου, πειραματιζόμενοι με τη χρήση αλγορίθμων, έτσι ώστε να

---

<sup>1</sup> Simson Garfinkel (3 October 2011). "[The Cloud Imperative](#)". *Technology Review* (MIT).

<sup>2</sup> [July, 1993 meeting report from the IP over ATM working group of the IETF](#)

παρέχουν τη βέλτιστη χρήση της υποδομής, της πλατφόρμας και των εφαρμογών με χρήση προτεραιότητας στην πρόσβαση της CPU για την καλύτερη εξυπηρέτηση των τελικών χρηστών.

Έπειτα από τη “φούσκα του διαδικτύου” (το οποίο αναφέρεται ως “dot-com bubble” και τοποθετείται χρονικά στη περίοδο 1997 - 2000), η Amazon είχε καθοριστικό ρόλο στην ανάπτυξη του υπολογιστικού νέφους με τον εκσυγχρονισμό των κέντρων δεδομένων τους, τα οποία (όπως άλλωστε τα περισσότερα δίκτυα υπολογιστών) χρησιμοποιούσαν μόλις το 10% της χωρητικότητάς τους σε κάθε χρονική περίοδο, μόνο και μόνο για να αφήσουν χώρο για τυχόν περιστασιακές χρήσεις αιχμής του δικτύου. Μετά από τη διαπίστωση ότι η νέα αρχιτεκτονική νέφους οδήγησε σε σημαντικές εσωτερικές βελτιώσεις της αποτελεσματικότητας, προσθέτοντας νέες λειτουργίες πιο γρήγορα και πιο εύκολα, η Amazon ξεκίνησε μια αναπτυξιακή προσπάθεια για να παρέχει ένα νέο προϊόν (το υπολογιστικό νέφος) σε εξωτερικούς πελάτες. Αποτέλεσμα αυτής της προσπάθειας, ήταν το Amazon Web Service (AWS) το 2006<sup>3</sup>.

Στις αρχές του 2008, το Eucalyptus έγινε το πρώτο λογισμικό ανοικτού κώδικα, συμβατό με τη πλατφόρμα της AWS, για την ανάπτυξη ιδιωτικών νεφών. Επίσης, στις αρχές του 2008, το OpenNebula, ενισχύεται με χρηματοδοτούμενο πρόγραμμα από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή “RESERVOIR”, και το οποίο εξελίσσεται στο πρώτο λογισμικό ανοικτού κώδικα για την ανάπτυξη ιδιωτικών και υβριδικών νεφών.

Στη διάρκεια του ίδιου έτους, οι προσπάθειες των ερευνητών επικεντρώθηκαν στην παροχή υψηλής ποιότητας υπηρεσιών για υποδομές βασισμένες σε νέφη, στα πλαίσια προγράμματος το οποίο χρηματοδοτήθηκε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή “IRMOS”, Αυτό είχε ως αποτέλεσμα τη δημιουργία ενός περιβάλλοντος νέφους πραγματικού χρόνου.

Περί τα μέσα του 2008, η εταιρεία Gartner είδε μια ευκαιρία για το υπολογιστικό νέφος, να διαχωρίσει τη σχέση μεταξύ των καταναλωτών των υπηρεσιών πληροφορικής, σε εκείνους που χρησιμοποιούν τις υπηρεσίες πληροφορικής και εκείνους που τις πωλούν<sup>4</sup>. Επίσης, παρατήρησε ότι οι οργανισμοί αλλάζουν από

---

<sup>3</sup> ["Amazon's early efforts at cloud computing partly accidental"](#). *IT Knowledge Exchange*. Tech Target. 2010-06-17

<sup>4</sup> [Keep an eye on cloud computing](#), Amy Schurr, Network World, 2008-07-08, citing the [Gartner](#) report, "Cloud Computing Confusion Leads to Opportunity"

εταιρείες που διαθέτουν τον τεχνολογικό και λειτουργικό εξοπλισμό, σε εταιρείες που ακολουθούν μοντέλα βασισμένα σε υπηρεσίες ανά χρήση.

Τέλος, τη 1<sup>η</sup> Μαρτίου 2011, η IBM ανακοίνωσε το πλαίσιο “IBM SmartCloud” για την υποστήριξη του Smarter Planet<sup>5</sup>.

## 1.2 Χαρακτηριστικά

Τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά του υπολογιστικού νέφους συνοψίζονται παρακάτω:

- **On-demand Self-service:** Ο χρήστης μπορεί να χρησιμοποιεί μονομερώς υπολογιστικούς πόρους, όπως χρόνος του εξυπηρετητή και αποθηκευτικούς πόρους δικτύου αυτόματα, ανάλογα με τις ανάγκες του, χωρίς να απαιτείται διάδραση από τον πάροχο της συγκεκριμένης υπηρεσίας.
- **Broad Network Access:** Οι δυνατότητες / πόροι είναι διαθέσιμοι μέσα από το δίκτυο στο οποίο μπορεί κάποιος να έχει πρόσβαση μέσα από γνωστούς μηχανισμούς, οι οποίοι προωθούν την χρήση ετερογενών τερματικών συσκευών στην πλευρά του τελικού χρήστη (όπως κινητά Τηλέφωνα, laptops και PDAs).
- **Resource Pooling:** Οι υπολογιστικοί πόροι του παροχέα είναι συγκεντρωμένοι έτσι ώστε να μπορούν να εξυπηρετήσουν παράλληλα πολλούς πελάτες χρησιμοποιώντας το μοντέλο multi-tenant, με διαφορετικούς φυσικούς και εικονικούς πόρους, να έχουν αντιστοιχηθεί δυναμικά ανάλογα με την ζήτηση του κάθε πελάτη. Ο χρήστης δεν έχει τον έλεγχο ή την γνώση για την ακριβή τοποθεσία των παρεχόμενων πόρων, αλλά μπορεί να έχει την δυνατότητα να καθορίσει σε σχετικά αφηρημένο επίπεδο την ακριβή τοποθεσία (όπως χώρα, περιοχή ή data center). Οι πόροι μπορεί να είναι αποθηκευτικός χώρος, υπολογιστική ισχύ, μνήμη, εύρος ζώνης και εικονικές μηχανές (virtual machines).
- **Rapid Elasticity:** Οι πόροι αυτοί μπορούν με πολύ ευέλικτο τρόπο να αυξηθούν σε πολύ γρήγορα, σε πολλές περιπτώσεις με αυτόματο τρόπο, έτσι

---

<sup>5</sup> [Launch of IBM Smarter Computing](#)

ώστε να μην υπάρχει διάδραση με τον πελάτη, με σκοπό την αποφυγή χρονοβόρων διαδικασιών.

- **Measured Service:** Τα cloud συστήματα έχουν την δυνατότητα αυτόματα να ελέγχουν και να βελτιώνουν τους διαθέσιμους πόρους χρησιμοποιώντας ένα μηχανισμό μέτρησης, ανάλογα με τον τύπο της προσφερόμενης υπηρεσίας. Οι χρησιμοποιούμενοι πόροι μπορούν να ελέγχονται και να παρακολουθούνται χωρίς να γίνονται αντιληπτοί τόσο στον παροχέα όσο και στον χρήστη της χρησιμοποιούμενης υπηρεσίας.
- **Sharing of Infrastructure:** Το φυσικό hardware που εκτελεί το λογισμικό δεν έχει αντιστοίχιση 1:1 δηλαδή ο εξυπηρετητής (server) μπορεί να εκτελεί λειτουργίες πολλών εικονικών εξυπηρετητών επιτρέποντας έτσι εξοικονόμηση πόρων. Άρα, οι τελικοί χρήστες μπορούν να έχουν περισσότερα οφέλη με λιγότερους πόρους (hardware) και μπορεί τώρα ο πάροχος υπηρεσίας να πουλήσει τους ανεκμετάλλευτους πόρους αλλού, αν εκείνος το επιθυμεί.

Κάποια επιπλέον ιδιαίτερα γνωρίσματα του Cloud Computing είναι:

- **Scalability:** Ανακατανομή δεδομένων καθώς εισάγεται νέο υλικό.
- **Virtualization:** Δυνατότητα εικονικών μηχανών.
- **Pay as you Go / Pay as you Grow:** Πληρωμή ανάλογα με τη ζήτηση πόρων και μέσων και την ανάπτυξη των αναγκών του πελάτη.
- **Multitenancy:** Δυνατότητα υποστήριξης διαφορετικών εφαρμογών.
- **Elasticity:** Δυνατότητα λήψης επιπλέον πόρων στις διάφορες εφαρμογές που υποστηρίζονται και πλήρη κάλυψη των αναγκών που προκύπτουν.
- **Load and Tenant Balancing:** Δυνατότητα μεταφοράς φορτίου ανάμεσα στους εξυπηρετητές για την αποφυγή υπερφόρτωσης.
- **Availability:** Συνέχιση λειτουργίας συστήματος ακόμα και σε περίπτωση υψηλών ποσοστών αποτυχίας εξυπηρετητών χωρίς την "πτώση" των υπηρεσιών που παρέχονται.
- **Security:** Μεγάλη ασφάλεια για την αδιάλειπτη λειτουργία των εφαρμογών χωρίς κανένα πρόβλημα.

- **Operability:** Δυνατότητα εύκολης διαχείρισης των cloud συστημάτων.
- **Metering:** Δυνατότητα παρακολούθησης της χρήσης των πόρων που προσφέρονται καθώς και λήψη ειδοποιήσεων όταν κάποιος πόρος φτάσει σε οριακό σημείο και πρέπει να αυξηθεί.
- **Global:** Δυνατότητα χρήσης των cloud υπηρεσιών απο παντού.
- **Simple APIs:** Διευκόλυνση ανάπτυξης των εφαρμογών που χρησιμοποιούνται για cloud υπηρεσίες.

### **1.3 Cloud Computing: Γιατί τώρα;**

Αν και η δημιουργία και λειτουργία μεγάλης κλίμακας κέντρων δεδομένων, ήταν καταλυτικός παράγοντας για το υπολογιστικό νέφος, οι τρέχουσες τεχνολογικές τάσεις καθώς και τα νέα επιχειρηματικά μοντέλα είναι αυτοί οι παράγοντες που το ώθησαν στο να επικρατήσει αυτή τη χρονική περίοδο.

Κάποια χρόνια πριν, η πραγματοποίηση πληρωμής με χρήση πιστωτικής κάρτας απαιτούσε μια συμφωνία με μια υπηρεσία επεξεργασία πληρωμών όπως η VeriSign ή η Authorize.net. Η συμφωνία ήταν κομμάτι μιας μεγαλύτερης εμπορικής συμφωνίας, καθιστώντας το αδύνατο για ένα ιδιώτη ή μια μικρή επιχείρηση να κάνει διαδικτυακές αγορές με χρήση πιστωτικής κάρτας. Με τον ερχομό όμως του Web 2.0 και τη δημιουργία του PayPal, κάθε ιδιώτης μπορεί να πραγματοποιήσει αγορές χωρίς να είναι απαραίτητη η ύπαρξη κάποιας μακροχρόνιας συμφωνίας, με μηδαμινές επιπλέον χρεώσεις. Για παράδειγμα με τη χρήση του Google AdSense, οποιοσδήποτε ιδιώτης διαθέτει δική του ιστοσελίδα, μπορεί αποκτήσει έσοδα από διαφημίσεις. Το Amazon Web Services εδραιώθηκε το 2006 με χρήση αυτής της δυνατότητας: οι χρήστες δεν απαιτείται να έχουν συμβόλαιο ή κάποια μακροχρόνια συμφωνία με την Amazon. Αντίθετα, το μόνο που απαιτείται να έχουν είναι μια πιστωτική κάρτα.

Αν και με την έλευση του υπολογιστικού νέφους πιστεύεται ότι θα δημιουργηθούν νέοι τύποι εφαρμογών, είναι πολύ πιθανό ορισμένοι ήδη υπάρχοντες τύποι να αξιοποιήσουν το cloud computing, συμβάλλοντας μ' αυτό τον τρόπο στην περαιτέρω εδραίωσή του. Τέτοια παραδείγματα εφαρμογών αποτελούν τα παρακάτω:

- **Φορητές διαδραστικές εφαρμογές:** Έχει διατυπωθεί η άποψη ότι “το μέλλον ανήκει στις υπηρεσίες που ανταποκρίνονται σε πραγματικό χρόνο, σε πληροφορίες που παρέχονται είτε από χρήστες είτε από μη - ανθρώπινους παράγοντες”. Τέτοιες υπηρεσίες εξυπηρετούνται καλύτερα από υποδομές cloud όχι μόνο γιατί πρέπει να είναι διαθέσιμες για όσο το δυνατόν περισσότερο χρόνο, αλλά γιατί τέτοιου τύπου υπηρεσίες χρησιμοποιούν μεγάλο όγκο δεδομένων που εύκολα αποθηκεύονται στα μεγάλα κέντρα δεδομένων. Κάτι τέτοιο ισχύει σε μεγαλύτερο βαθμό για εφαρμογές που χρησιμοποιούν πολλές πηγές δεδομένων ή ακόμα και άλλες υπηρεσίες όπως για παράδειγμα τα mashups.
- **Παράλληλη επεξεργασία δεδομένων:** Το υπολογιστικό νέφος παρέχει μια μοναδική ευκαιρία για εφαρμογές επεξεργασίας δεδομένων οι οποίες επεξεργάζονται Terabytes δεδομένων και απαιτούν πολλές ώρες για να ολοκληρωθούν. Αν υπάρχει δυνατότητα παραλληλοποίησης της εφαρμογής, οι χρήστες μπορούν να εκμεταλλευτούν τις χρεώσεις των παρόχων: η χρήση εκατοντάδων υπολογιστών για μια μικρή περίοδο κοστίζει όσο η χρήση μερικών υπολογιστών για μεγαλύτερη περίοδο. Ορισμένα εργαλεία όπως το MapReduce της Google και το πρόγραμμα ανοιχτού κώδικα Hadoop, επιτρέπουν σε χρήστες να υλοποιούν τέτοιες εφαρμογές χωρίς να γνωρίζουν λεπτομέρειες για την πραγματική κατανομή των εργασιών αυτών, στους εκατοντάδες εξυπηρετητές του υπολογιστικού νέφους. Η ανάλυση κόστους/απόδοσης πρέπει να λαμβάνει υπ' όψιν το κόστος της μεταφοράς δεδομένων στο νέφος σε σχέση με την πιθανή επιτάχυνση στην επεξεργασία των δεδομένων.
- **Επέκταση εμπορικών εφαρμογών:** Οι τελευταίες εκδόσεις των εφαρμογών Mathematica και Matlab επιτρέπουν την χρήση υπολογιστικού νέφους για την πραγματοποίηση υπολογισμών με μεγάλο υπολογιστικό κόστος. Άλλες εφαρμογές θα μπορούσαν με τον ίδιο τρόπο να επωφεληθούν ενσωματώνοντας την δυνατότητα να “τρέχουν” σε νέφος. Και σε αυτή την περίπτωση είναι απαραίτητο να ληφθεί υπ' όψιν το κόστος της μεταφοράς δεδομένων όπως και της χρήσης επεξεργαστικών κόμβων στο νέφος σε σχέση με το κέρδος σε χρόνο. Τα symbolic mathematics παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον καθώς απαιτούν μεγάλο επεξεργαστικό κόστος ανά μονάδα

δεδομένων. Ένα ενδιαφέρον εναλλακτικό μοντέλο θα ήταν να διατηρούμε τα δεδομένα στο νέφος και να βασιζόμαστε στο διαθέσιμο εύρος ζώνης για να παρουσιάζουμε ένα αποκρίσιμο GUI στον χρήστη. Ένα παρόμοιο παράδειγμα είναι το rendering ενός 3D animation, όπου το επεξεργαστικό κόστος ανά μονάδα δεδομένων είναι πολύ μεγάλο.

- **Εφαρμογές που απαιτούν άμεση απόκριση:** Ορισμένες εφαρμογές που θα μπορούσαν να αξιοποιήσουν τον παραλληλισμό του νέφους, περιορίζονται λόγω του κόστους μεταφοράς δεδομένων και το χρόνο απόκρισης του. Για παράδειγμα, ενώ τα υπολογιστικά μοντέλα που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση μακροπρόθεσμων οικονομικών αποφάσεων είναι κατάλληλα για χρήση σε υπολογιστικό νέφος, εντούτοις η αγοραπωλησία μετοχών που απαιτεί ακρίβεια δεκάτων του δευτερολέπτου δεν είναι. Τέτοιες εφαρμογές πιθανότατα δεν θα αξιοποιήσουν τις συγκεκριμένες υποδομές τουλάχιστον μέχρι να μειωθεί το κόστος μεταφοράς δεδομένων στο νέφος αλλά και η ταχύτητα απόκρισής του.

## 1.4 Πλεονεκτήματα Υπολογιστικού Νέφους

Συμπερασματικά, μπορούμε να συνοψίσουμε παρακάτω τα κυριότερα πλεονεκτήματα του υπολογιστικού νέφους:

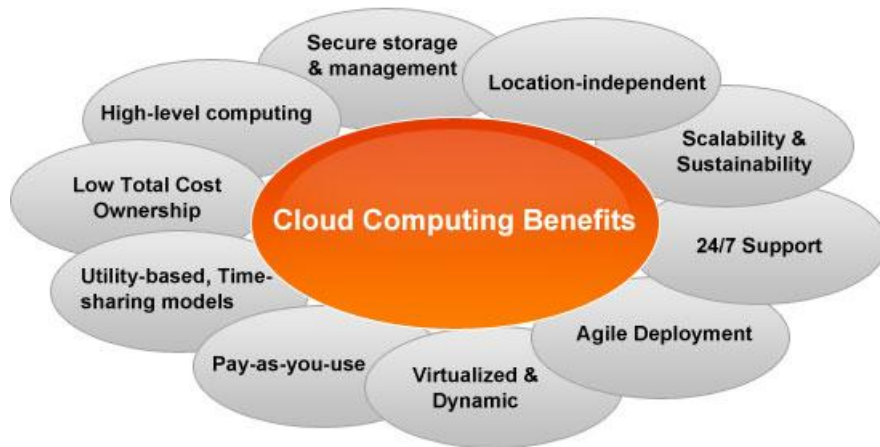
- Ταχύτητα ανάπτυξης: Όπου μια επιχείρηση αντί να χρειαστεί να επενδύσει σε τεχνολογικό εξοπλισμό και λογισμικό, μπορεί κάλλιστα να εγκαταστήσει και να ρυθμίσει τις εφαρμογές που τρέχουν ως βασικές ανάγκες της. Επίσης, για το στήσιμο back-up υπηρεσιών και ασφάλειας, μπορεί μια επιχείρηση να προμηθευτεί απλά μεσαίας απόδοσης υπολογιστές και μια σύνδεση στο Ίντερνετ και να έχει έτοιμο ένα παραγωγικό περιβάλλον μέσω cloud computing.
- Κλιμάκωση: Με pay-as-you-go υπηρεσίες, υπάρχει σχεδόν δυναμική αντιστοίχιση πόρων στο χρόνο εκτέλεσης μιας εφαρμογής (real-time) ανάλογα με την ζήτηση από πλευράς του πελάτη.
- Κόστος: Έχουμε μια σημαντική μείωση κόστους μιας και οι δαπάνες κεφαλαίου μετατρέπονται σε (σαφώς μικρότερου μεγέθους) έσοδα

λειτουργίας. Ενώ αντίθετα, υπάρχει μια πληθώρα προγραμμάτων με απαγορευτικά υψηλό κόστος προμήθειας.

- **Ανεξαρτησία τοποθεσίας και υλικού:** Για τη σύνδεση με το υπολογιστικό νέφος αρκεί μόνο ένα σημείο πρόσβασης στο Διαδίκτυο, ενώ η προσβασιμότητα μπορεί να γίνει από πλήθος συσκευών (από ένα απλό υπολογιστή και laptop, μέχρι mobile συσκευές).
- **Αξιοπιστία:** Η διατήρηση αντιγράφων ασφάλειας είναι πλέον ευθύνη του παροχέα που προσφέρει τις υπηρεσίες cloud computing.
- **Μη μακροχρόνιες δεσμεύσεις:** Ο πελάτης δεν δεσμεύεται με συμβόλαια μεγάλων χρονικών διαστημάτων.
- **Απεριόριστος αποθηκευτικός χώρος:** Προσφορά χιλιάδων Terrabytes εν αντιθέσει των μόλις μερικών Gigabytes μιας επιχείρησης.
- **Άμεσες ενημερώσεις:** Τόσο το λογισμικό όσο και το υλικό αναβαθμίζονται και συντηρούνται από τον πάροχο του υπολογιστικού νέφους. Επιπλέον όλες οι αναβαθμίσεις είναι διαθέσιμες "με το επόμενο log-in" (δηλαδή την επόμενη φορά που κάνει είσοδο στο λογαριασμό του ο χρήστης), δίχως καθυστερήσεις ή ρίσκα ασυμβατότητας.
- **Αφαιρετική δομή:** Ο πελάτης κάνει log-in στις υπηρεσίες του, δίχως να ενδιαφέρεται για την υλική πλατφόρμα που τρέχει το λογισμικό. Επίσης, ακόμα και το λογισμικό είναι επιλογή του παροχέα, άρα και ευθύνη του η ικανοποιητική και αποδοτική παραμετροποίησή του.
- **Παρακολούθηση απαιτήσεων:** Ο παροχέας cloud υπηρεσιών προσφέρει εργαλεία μέτρησης της χρήσης και των απαιτήσεων σε πόρους του πελάτη σε χρονοδιαγράμματα.

Στο παρακάτω σχήμα απεικονίζονται τα παραπάνω πλεονεκτήματα.





**Εικόνα 3: Πλεονεκτήματα cloud computing**

## **1.5 Μειονεκτήματα Υπολογιστικού Νέφους**

Εντούτοις, το υπολογιστικό νέφος έχει και κάποια μειονεκτήματα. Αυτά συνοψίζονται παρακάτω:

- Ασφάλεια: Η ασφάλεια θα μπορούσε από μια συγκεκριμένη οπτική γωνία να θεωρηθεί μειονέκτημα, από την άποψη ότι όσον αφορά τα ευαίσθητα-κρίσιμα δεδομένα, δεν έχει τον έλεγχο η επιχείρηση.
- Κόστος μετάβασης: Το κόστος αλλαγής παροχέα cloud υπηρεσιών, αλλά και μετακίνησης του περιεχομένου, είναι απαγορευτικό σε αρκετές περιπτώσεις.
- Απαίτηση αδιάλειπτης πρόσβασης στο Διαδίκτυο: Λόγω της φύσης της υπηρεσίας, απαιτείται μόνιμη σύνδεση στο Διαδίκτυο, ενώ οποιαδήποτε διακοπή δημιουργεί πλήρη αδυναμία πρόσβασης και επεξεργασίας των δεδομένων μιας επιχείρησης ή ενός χρήστη.
- Εξάρτηση από τον πάροχο: Αν ο cloud παροχέας δεν μπορεί για οποιοδήποτε λόγο να εξυπηρετήσει τους πελάτες του, η επιχείρηση βρίσκεται μετέωρη.
- Έλλειψη ποιότητας υπηρεσίας (QoS - Quality of service): Δεν υπάρχουν σαφείς δεσμεύσεις για δείκτες ποιότητας υπηρεσιών (δείκτης όσον αφορά το χρόνο εκτέλεσης και δείκτης όσον αφορά τη διαθεσιμότητα).
- Πιθανή οριστική απώλεια των δεδομένων: Εγείρεται το ερώτημα σε περίπτωση που ο cloud παροχέας για κάποιο λόγο τερματίσει την

επιχειρηματική δραστηριότητα του, τι θα γίνει με τα δεδομένα. Δηλαδή αν θα επιστραφούν τα δεδομένα στον ιδιοκτήτη τους.

- Πρόσβαση στα δεδομένα: Μόνο ο πελάτης έχει ουσιαστικά εξουσιοδοτημένη πρόσβαση στα δεδομένα του.
- Αποδοχή: Ελλείπει αναφορών χρήσης cloud computing από μεγάλες εταιρίες, υπάρχει μια επιφυλακτικότητα στο αγοραστικό κοινό όσον αφορά τη χρήση τέτοιων υπηρεσιών από τους χρήστες. Επίσης, δεν είναι και πολύ συχνό το φαινόμενο μια εταιρεία πληροφορικής να εξαρτάται από μία άλλη. Αυτό θα συμβεί σε περίπτωση που μια εταιρεία αναθέσει σε μια άλλη τη διεύθυνση των υπηρεσιών κι εφαρμογών της μέσω του υπολογιστικού νέφους.
- Ταχύτητα συνδέσεων και bandwidth: Επιγραμματικά το cloud computing, δεν μπορεί να δουλέψει με αργές συνδέσεις, ενώ η χρήση μισθωμένων γραμμών Διαδικτύου για τις ζωτικής σημασίας, υπηρεσίες μιας εταιρίας, λόγω της μεγάλης κυκλοφορίας (traffic), μπορούν να εκτοξεύσουν το παράπλευρο κόστος του cloud computing.

Άρα συνοψίζοντας, σχηματικά μπορούμε να αναπαραστήσουμε τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα του cloud computing ως εξής:



**Εικόνα 4: Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα cloud computing**

## 1.6 Σύγχρονα παραδείγματα υπολογιστικού νέφους

Παρακάτω παρουσιάζονται τα κυριότερα παραδείγματα κι εφαρμογές υπολογιστικού νέφους τόσο για το επίπεδο του χρήστη, όσο και για το επίπεδο του περιβάλλοντος μιας επιχείρησης.

### 1.6.1 Σε επίπεδο χρήστη

Οι πιο γνωστές εφαρμογές που μπορεί να χρησιμοποιήσει ένας χρήστης έχουν να κάνουν με την αλληλογραφία (mail), τη σουίτα της Google καθώς και τη νέα μόδα των ημερών μας που έχει να κάνει με τα blogs, κλπ.

- **Webmail (Gmail, Hotmail κ.α.):** Όπου εν αντιθέσει με τη κλασσική προσέγγιση όπου ο χρήστης έχει εγκατεστημένο στον υπολογιστή του ένα mail client (γνωστότερο όλων είναι το Microsoft Outlook), με το οποίο κατεβάζει, επεξεργάζεται, αποστέλει mails και στη συνέχεια τερματίζει την εφαρμογή, όλες οι λειτουργίες της παραδοσιακά εγκατεστημένης τοπικά, εφαρμογής υποστηρίζονται και παρέχονται μέσω του φυλλομετρητή σαν υπηρεσία. Η διαφορά όμως έγκειται στο ότι δεν είναι απαραίτητη καμία τοπική ενέργεια, ενώ όλη η επεξεργασία, αποστολή και αποθήκευση των δεδομένων γίνεται απομακρυσμένα στο σύννεφο (cloud/Internet).
- **Σουίτα Google AppS:** Ο χρήστης αρχικά δημιουργεί ένα λογαριασμό, κι εν συνεχεία έχει πρόσβαση σε πληθώρα υπηρεσιών όπως είναι το mail (όπως αναφέρθηκε προηγουμένως), χάρτες, επεξεργασία και αποθήκευση εικόνων, ατζέντα, σουίτα επεξεργασίας εγγράφων, καθώς και προσωπικό χώρο για προβολή στο Internet. Όλα αυτά είναι προσβάσιμα μέσω μιας σύνδεσης στο Internet.



**Εικόνα 5: Σουίτα Google AppS**

- **Blogger, YouTube, Flickr:** Τα αρχεία παραμένουν στο σύννεφο, ενώ είναι δυνατή η επεξεργασία τους μέσω φυλλομετρητή. Αυτές οι υπηρεσίες συμπληρώνουν σε πολύ μεγάλο ποσοστό τις καθημερινές πλέον εργασίες ενός απλού χρήστη.



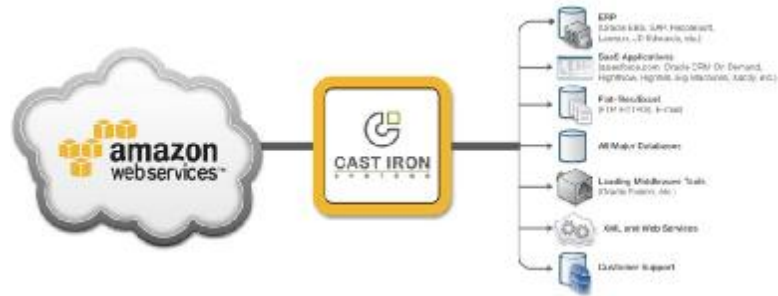
**Εικόνα 6: Blogger, YouTube, Flickr**

### 1.6.2 Σε επιχειρησιακό περιβάλλον

Όσον αφορά το περιβάλλον των επιχειρήσεων, οι πιο γνωστές εφαρμογές που μπορεί να χρησιμοποιήσει μια επιχείρηση είναι οι υπηρεσίες Διαδικτύου της Amazon καθώς και η πλατφόρμα της Microsoft. Αναλυτικότερα έχουμε:

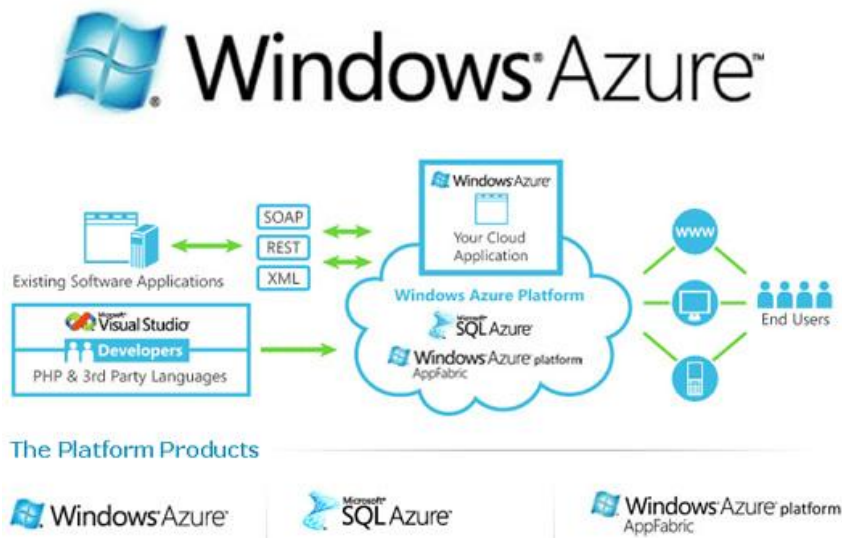
- **Amazon Web Services:** Παρέχει "πακέτα" αποθηκευτικού χώρου που ξεκινούν από τα 50TB και φτάνουν θεωρητικά, σε απεριόριστο ποσότητα αποθηκευτικού χώρου. Τα πακέτα επεξεργαστικής ισχύος pay-as-you-go μπορούν να ξεκινήσουν από μια ώρα έως 3 έτη. Επιπλέον η διακίνηση του

περιεχομένου περιλαμβάνει από μερικά GB έως απεριόριστη ποσότητα. Τέλος, υπάρχουν εξειδικευμένες υπηρεσίες, όπως είναι η διατήρηση των βάσεων δεδομένων μιας επιχείρησης αλλά και η χρήση ενός έτοιμου περιβάλλοντος ηλεκτρονικού εμπορίου.



**Εικόνα 7: Amazon Web Services**

- **Microsoft Windows Azure Platform:** Η πλατφόρμα αυτή προσφέρει επεξεργαστική ισχύ, απλή αποθήκευση δεδομένων και εργαλεία ανάπτυξης εφαρμογών, όπου όμως υπάρχει η διακριτική υποστήριξη και συμβατότητα μεταξύ διαφόρων προϊόντων και τεχνολογιών της Microsoft.



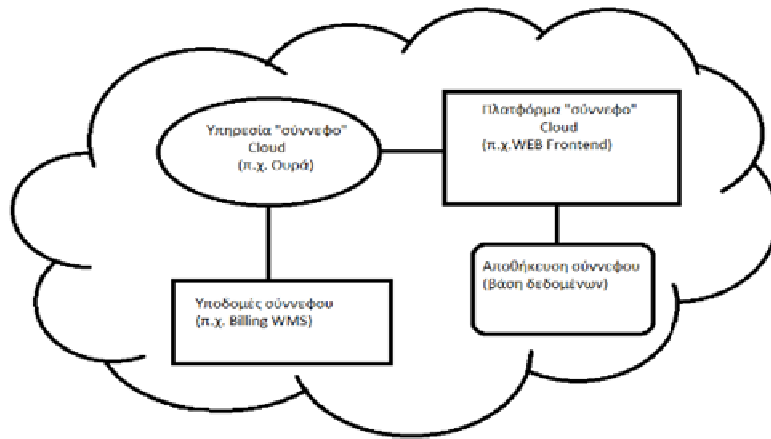
**Εικόνα 8: Microsoft Windows Azure**

## **Κεφάλαιο 2: Αρχιτεκτονική του Υπολογιστικού Νέφους**

### **2.1 Εισαγωγή**

Η βασική έννοια της τεχνολογίας υπολογιστικού νέφους τοποθετείται στο 1960 όταν ο John McCarthy πρότεινε ότι “η διαδικασία υπολογισμών των μέσων μηχανημάτων, κάποια μέρα θα οργανωθεί και θα στηθεί σαν μια δημόσια εφαρμογή”. Εφαρμογές όπως είναι η αντιϊκή προστασία μέσω του Internet, τα Google Docs, το Gmail και άλλες εφαρμογές που τρέχουν μέσω Διαδικτύου, είναι εφαρμογές υπολογιστικού νέφους.

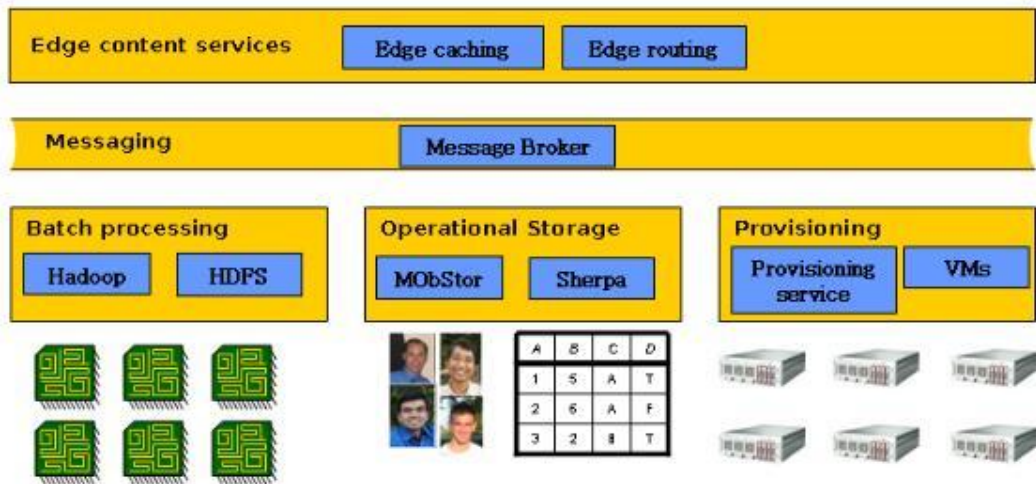
Αυτό που μας προσφέρει η υπηρεσία υπολογιστικού νέφους, όπως αναφέραμε και στο προηγούμενο κεφάλαιο, είναι η εξοικονόμηση σε όλα τα προβλήματα που αναφέραμε προηγουμένως. Από τη στιγμή που μπορεί ο οποιοσδήποτε χρήστης να “νοικιάσει” από ένα πάροχο υπηρεσιών, μια υπηρεσία που καλύπτει τις ανάγκες του, τότε έχει γλυτώσει σε πρώτο στάδιο, την ανάγκη ανάπτυξης και υποστήριξης της υπηρεσίας. Συγκεκριμένα, προκειμένου να μπορέσει να εκτελεστεί σ’ ένα εξυπηρετητή μια υπηρεσία, χρειάζεται να υπάρχει κάποιος διαχειριστής που θα έχει την ευθύνη της σωστής και συνεχιζόμενης παροχής αυτής της υπηρεσίας. Η διαδικασία αυτή προϋποθέτει τεχνογνωσία και χρόνο. Προκειμένου να μπορέσει να συγκροτηθεί σωστά η υποδομή που θα λειτουργήσει η υπηρεσία, χρειάζεται η ανάλογη προκήρυξη διαγωνισμού για να μπορέσει να βρεθεί η καλύτερη και πιο συμφέρουσα λύση. Αντί λοιπόν να δημιουργηθεί ένας μεγάλος διαγωνισμός με πολλές προτάσεις, διοργανώνεται ένας, ο οποίος θα αφορά μόνο το υπολογιστικό νέφος. Σ’ αυτό το στάδιο, η παροχή της υπηρεσίας γίνεται από λίγους παρόχους. Συνεπώς το όφελος που προκύπτει είναι μεγάλο διότι θα προκύψει ακόμα πιο γρήγορα η εκτέλεση της υπηρεσίας λόγω της μείωσης του χρόνου της γραφειοκρατίας.



**Εικόνα 9: Αρχιτεκτονική Cloud Computing**

Η υποδομή υπολογιστικού νέφους αποτελείται σήμερα από υπηρεσίες που προσφέρονται μέσω κέντρων δεδομένων που δημιουργούνται σε εξυπηρετητές με διάφορα επίπεδα ψηφιακών τεχνολογιών. Μερικά από τα κύρια χαρακτηριστικά του υπολογιστικού νέφους είναι η ελαχιστοποίηση της επενδυτικής δαπάνης των πελατών, η χρησιμοποίηση καλύτερης ποιότητας λογισμικού με χαμηλότερο κόστος και η δυνατότητα των χρηστών να χρησιμοποιούν την υπολογιστική τεχνολογία ασχέτως της θέσης τους ή των εργαλείων που διαθέτουν. Το προβλεπόμενο αποτέλεσμα της ανάπτυξης του υπολογιστικού νέφους είναι η συγκέντρωση υπολογιστικής ισχύος σε λιγότερους χώρους με χαμηλό κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας, καθώς και συγκέντρωση λογισμικού σε λιγότερα κέντρα στα οποία η δημιουργία, η συντήρηση και η υποστήριξη του λογισμικού του υπολογιστικού νέφους θα γίνεται παγκόσμια από λιγότερες ομάδες ικανών επιστημόνων. Ενώ το υπολογιστικό νέφος υπόσχεται πολλά οφέλη σε εταιρείες και άτομα, ενέχει μερικούς σοβαρούς κινδύνους που αφορούν στην ασφάλεια των δεδομένων. Το υπολογιστικό νέφος θεωρείται από τους ειδικούς, ως το απώτατο βήμα ολοκλήρωσης της παγκοσμιοποίησης.

Το σύστημα υπολογιστικού νέφους χρησιμοποιεί οριζόντιο τύπο παροχής υπηρεσιών, ο οποίος χρησιμοποιείται από τις διάφορες εφαρμογές. Όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα υπάρχουν τρεις σειρές υπηρεσιών πυρήνα (core) (που είναι οι Batch processing, Operational Storage και Provisioning), μια σειρά υπηρεσιών Messaging και μια υπηρεσιών Edge content.



**Εικόνα 10: Αρχιτεκτονική Yahoo cloud**

Οι edge services βοηθούν στην μείωση της καθυστέρησης και στη βελτίωση της παράδοσης αποτελεσμάτων και γενικότερα υπηρεσιών στο τελικό χρήστη. Οι υπηρεσίες Messaging βοηθούν στην επικοινωνία ανόμοιων υπηρεσιών. Όπως για παράδειγμα, η ενημέρωση δεδομένων στο Operational Storage μπορεί να καταστήσει κάποια δεδομένα στη μνήμη, ως μη διαθέσιμα. Αυτό που κάνουν οι υπηρεσίες Messaging είναι να δώσουν ένα μήνυμα ακύρωσης για τα δεδομένα αυτά.

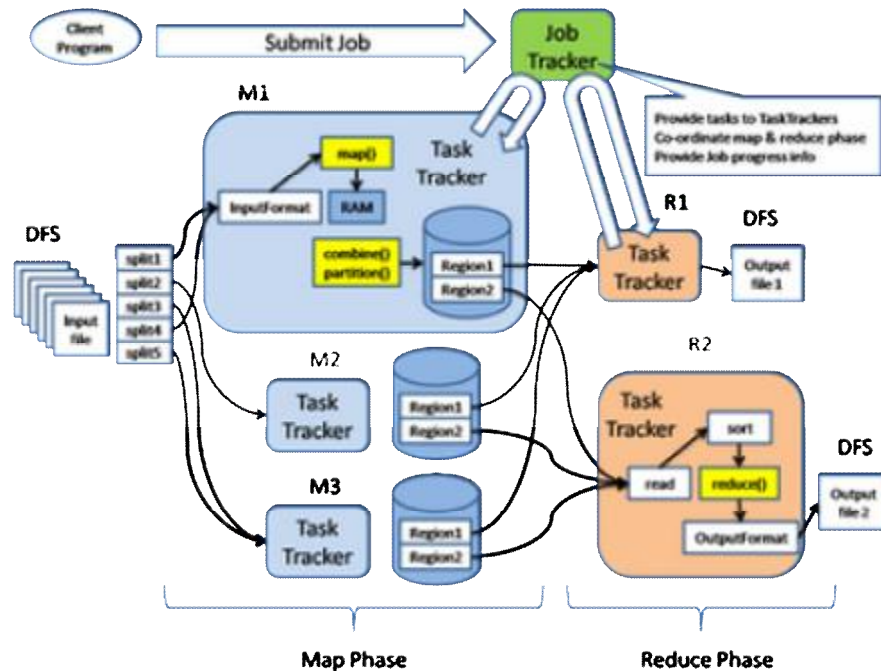
## 2.1.1 Παραδείγματα Αρχιτεκτονικών

### 2.1.1.1 Hadoop

Αποτελεί μια εφαρμογή ανοιχτού κώδικα για το MapReduce. Βοηθάει στην συγγραφή απλών προγραμμάτων καθώς υποκρύπτει λεπτομέρειες που σχετίζονται με την παράλληλη επεξεργασία, επανεκκίνηση διεργασιών μετά από αποτυχία και συλλογής αποτελεσμάτων μετά την υπολογιστική διαδικασία. Χρησιμοποιεί ένα δικό του σύστημα αρχείων για αποθήκευση (Hadoop File System-HDFS). Είναι υλοποιημένο σε java και υποστηρίζει οριζόντια κλιμάκωση αυξάνει την αποθηκευτική και υπολογιστική ικανότητα προσθέτοντας εξυπηρετητές. Στο νέφος τρέχει ένας cluster με 10.000 πυρήνες Linux και παράγει δεδομένα που χρησιμοποιούνται στην μηχανή αναζήτησης. Αποτελεί την μεγαλύτερη εφαρμογή Hadoop που επεξεργάζεται περισσότερα από ένα τρισεκατομμύριο συνδέσμους και



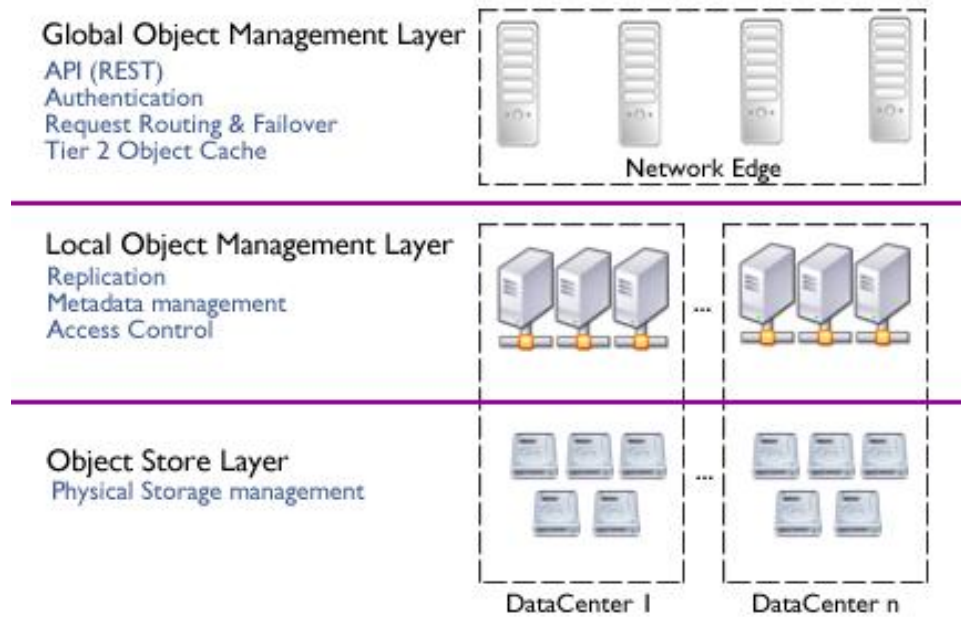
300TB συμπιεσμένων δεδομένων. Τέλος η εφαρμογή του έχει προσφέρει βελτίωση της ταχύτητας κατά 33%.



**Εικόνα 11: Hadoop**

### 2.1.1.2 MObStor

Χρησιμοποιείται ως μέσω μη δομημένης αποθήκευσης αρχείων. Όπως συνημμένα mail, Flickr photos και clips στο Yahoo! Videos. Υποστηρίζει κλιμάκωση σχετικά με τον αριθμό των δεδομένων που αποθηκεύονται αλλά και με τον αριθμό των ερωτήσεων που υποβάλλονται ανά δευτερόλεπτο. Οι εφαρμογές δημιουργούν μια συλλογή από αρχεία το κάθε αρχείο διακρίνεται από ένα URL. Βάση αυτού του URL γίνεται η διαχείριση αυτών των αρχείων. Επιπλέον παρέχει και υπηρεσίες για διαχείριση των αρχείων όπως η αλλαγή δικαιωμάτων. Στα πλαίσια του cloud οι εφαρμογές έχουν έναν συγκεκριμένο χώρο όπου οργανώνουν τα δεδομένα με οποιαδήποτε μορφή. Τέλος οι εφαρμογές ωφελούνται από την δυνατότητα κλιμάκωσης του αποθηκευτικού χώρου και την αναπαραγωγή ενός μεγάλου αριθμού από αδόμητες πληροφορίες οι οποίες παρέχονται στους χρήστες με μικρές καθυστερήσεις.

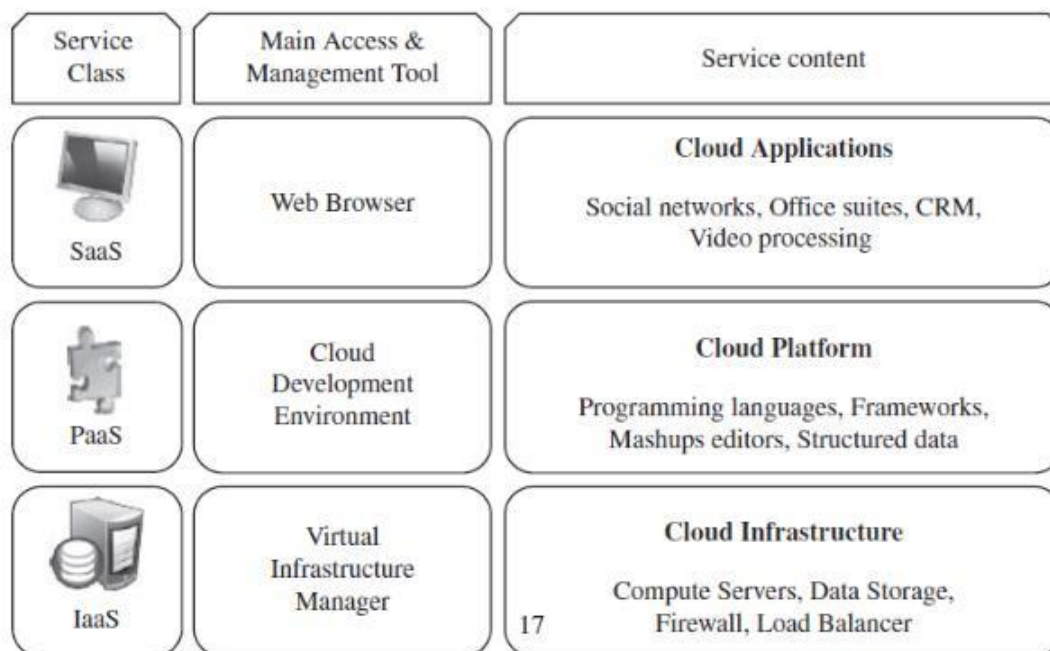


**Εικόνα 12: MobStor**

### 2.1.1.3 Sherpa

Αποθηκεύονται τα δομημένα τα οποία οργανώνονται σε πίνακες εγγραφών βάση του σχεσιακού μοντέλου. Οι εγγραφές που αποθηκεύονται είναι τύπου "blob" που επιτρέπει την χρήση δομών. Νέες εγγραφές μπορούν να προσθέτονται χωρίς να σταματάνε οι υπόλοιπες διεργασίες στον πίνακα. Επιτρέπει στις εφαρμογές να δημιουργούν νέους πίνακες ενώ οι σχεσιακές πράξεις που ορίζονται είναι η επιλογή και η προβολή. Βάση αυτών των χαρακτηριστικών μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ένα online σύστημα στο οποίο υποβάλλονται ερωτήματα, διαβάζει και εισάγει εγγραφές. Στο νέφος μπορεί να συνεργάζεται με τις άλλες υπηρεσίες. Το Hadoop χρησιμοποιεί το Sherpa για την αποθήκευση δεδομένων όπως τον HDFS. Επιπλέον επιτρέπεται η μεταφορά δεδομένων από τον HDFS στο Sherpa. Τέλος ο MobStor χρησιμοποιεί Sherpa για την αποθήκευση μεταδεδομένων αναφορικά με τα αρχεία του.

## 2.2 Μοντέλα εφαρμογών και υπηρεσιών



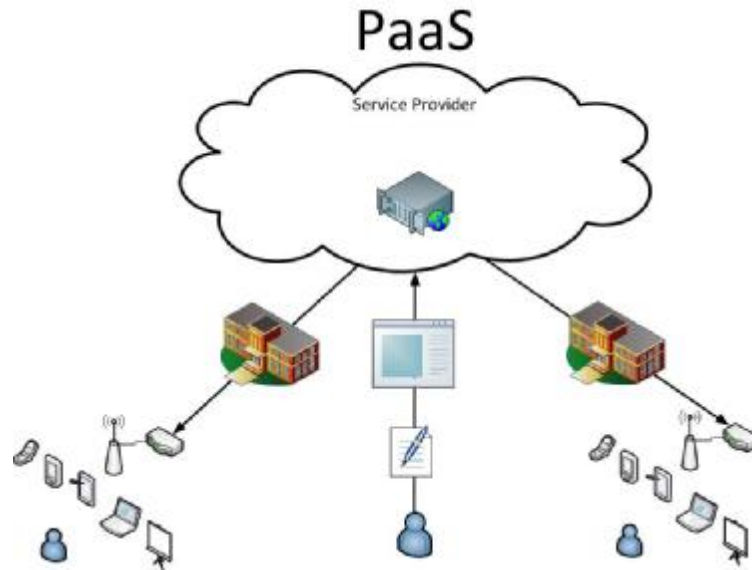
**Εικόνα 13: Η στοίβα του υπολογιστικού νέφους**

**Λογισμικό νέφους ως υπηρεσία (Cloud Software as a Service - SaaS).** Η δυνατότητα που παρέχεται στον χρήστη είναι να μπορεί να χρησιμοποιήσει τις εφαρμογές του παροχέα σε μια υποδομή cloud. Οι εφαρμογές είναι προσβάσιμες μέσα από διεπαφές ή εργαλεία όπως για παράδειγμα ένας Internet Browser. Ο χρήστης δεν έχει την δυνατότητα να διαχειρίζεται ή να ελέγχει την υποδομή που μπορεί να αποτελείται από το δίκτυο, τους εξυπηρετητές, λειτουργικά συστήματα, αποθηκευτικοί χώροι ή ακόμα και ειδικές δυνατότητες της εφαρμογής όπως περιορισμοί στην παραμετροποίηση της εφαρμογής για τον συγκεκριμένο χρήστη. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι η εφαρμογή του web mail. Ο τελικός χρήστης δε χρειάζεται να κατανοήσει και να μπορεί να υποστηρίξει τη φιλοσοφία της υπηρεσίας αλλά μόνο να μπορεί να τη χρησιμοποιήσει μέσα από τη διεπαφή που διαθέτει (φυλλομετρητής).



**Εικόνα 14: Cloud Software as a Service (SaaS)**

**Πλατφόρμα νέφους ως υπηρεσία (Cloud Platform as a Service - PaaS).** Η δυνατότητα που παρέχεται στον χρήστη είναι να αναπτύσσει μέσα στην υποδομή του cloud εφαρμογές οι οποίες δημιουργούνται με την χρήση μιας γλώσσας προγραμματισμού και εργαλεία που υποστηρίζονται από τον πάροχο της υπηρεσίας. Ο χρήστης δεν ελέγχει η διαχειρίζεται την υποδομή του νέφους, αλλά έχει τον έλεγχο της αναπτυσσόμενης εφαρμογής και μπορεί επίσης να έχει και της δυνατότητα παραμετροποίησης του περιβάλλοντος στο οποίο βρίσκεται η εφαρμογή. Οι πάροχοι υπηρεσιών PaaS συνήθως προσφέρουν μια ομαδοποίηση λογισμικού και υποδομής σε μορφή προγραμματιζόμενου περιβάλλοντος, και παρέχεται στον τελικό χρήστη ένα σύννεφο στο οποίο μπορεί να φιλοξενήσει τις δικές του εφαρμογές ή υπηρεσίες.



**Εικόνα 15: Cloud Platform as a Service (PaaS)**

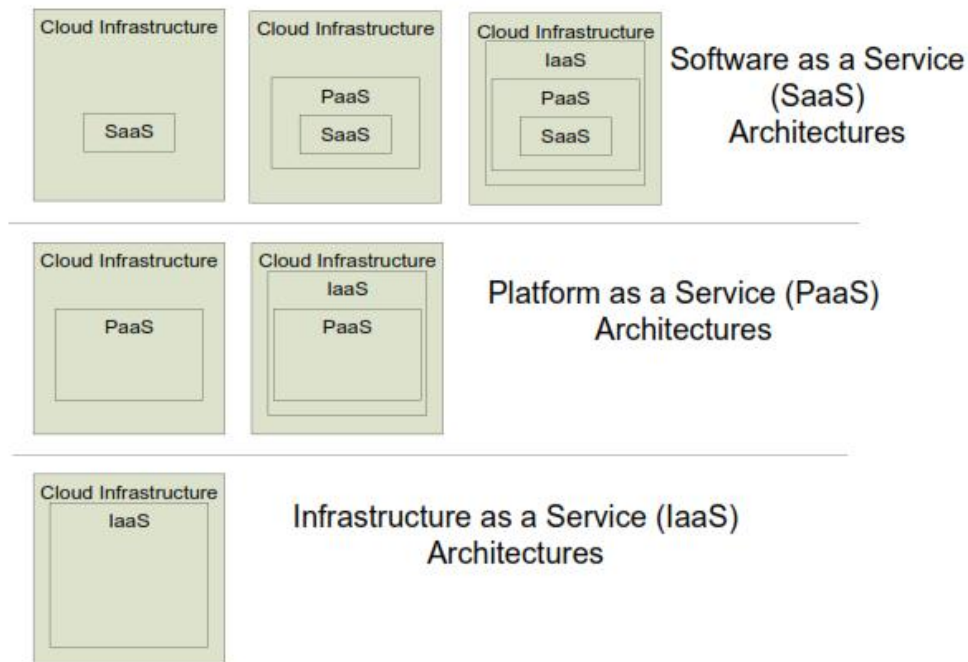
**Υποδομή νέφους ως υπηρεσία (Cloud Infrastructure as a Service - IaaS).** Η δυνατότητα που παρέχεται στον χρήστη να έχει τον έλεγχο βασικών υπολογιστικών πόρων και εφαρμογών. Ο χρήστης της υπηρεσίας δεν έχει την δυνατότητα να ελέγχει την υποδομή του νέφους, αλλά έχει την δυνατότητα να ελέγχει το λειτουργικό σύστημα, τον αποθηκευτικό χώρο καθώς επίσης και τις αναπτυσσόμενες εφαρμογές και πιθανόν να έχει και περιορισμένον έλεγχο σε κάποιους δικτυακούς πόρους όπως για παράδειγμα firewalls.



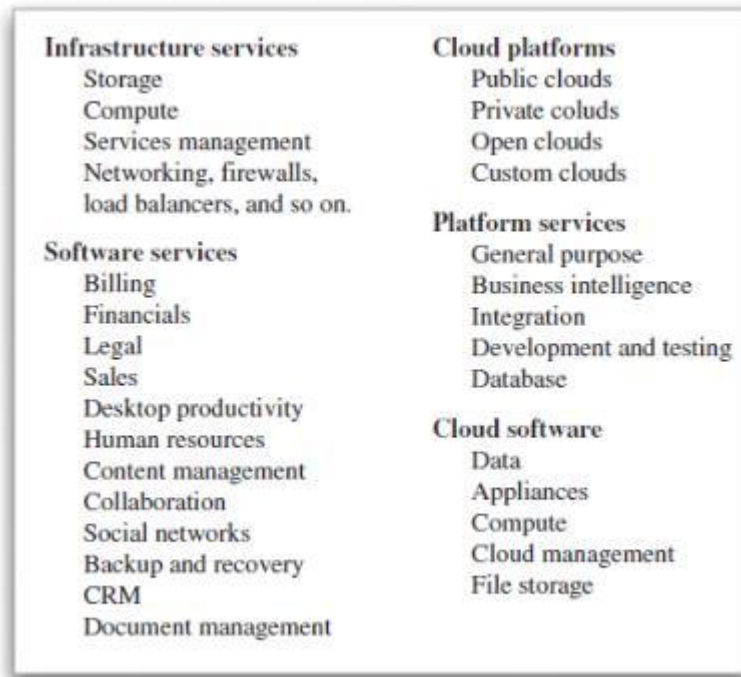
**Εικόνα 16: Cloud Infrastructure as a Service (IaaS)**

Παρακάτω παρουσιάζονται 4 συγκεντρωτικές εικόνες που περιέχουν

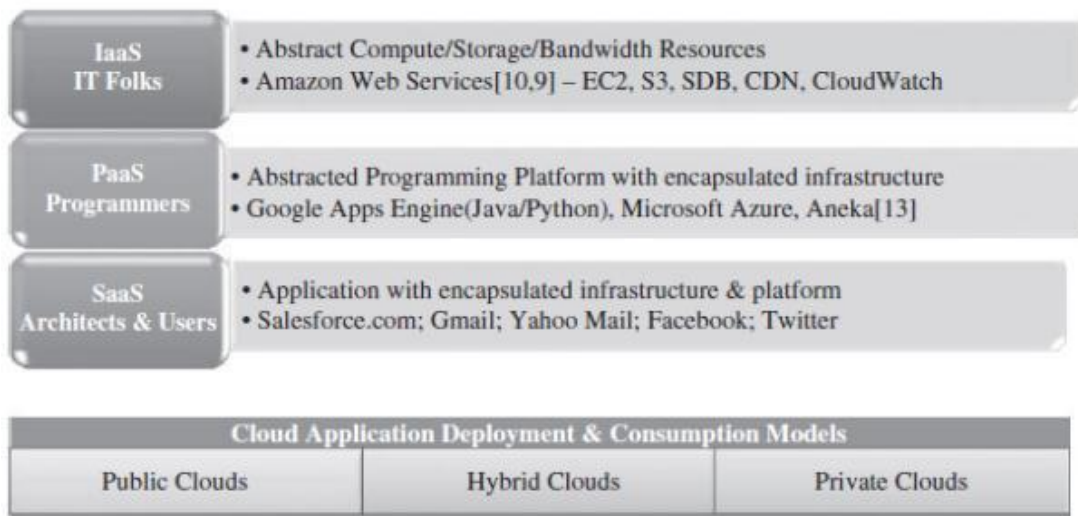
- Το σύνολο των αρχιτεκτονικών του cloud computing (βλ. εικόνα 17)
- Τις κατηγορίες των προσφερόμενων υπηρεσιών ανάλογα με τον τύπο του cloud που χρησιμοποιείται (Infrastructure services, Cloud platforms, Software services, Platform services καθώς και Cloud software) (βλ. εικόνα 18)
- Τα προσφερόμενα μοντέλα υπηρεσιών του cloud computing μαζί με τα μοντέλα ανάπτυξης (βλ. εικόνα 19) και
- Την ιεραρχία των cloud υπηρεσιών, από τη χαμηλότερη βαθμίδα (δηλαδή τους δημιουργούς του δικτύου) μέχρι τους τελικούς χρήστες (βλ. εικόνα 20)



**Εικόνα 17: Αρχιτεκτονικές μοντέλων υπηρεσιών Cloud Computing**

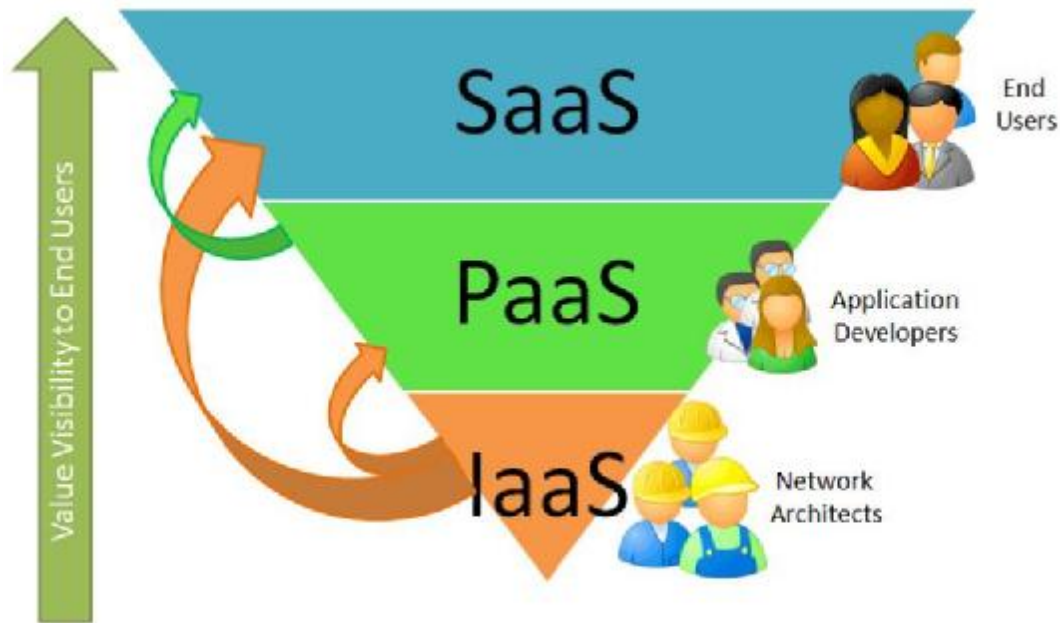


**Εικόνα 18: Κατηγορίες προσφερόμενων υπηρεσιών ανάλογα με τον τύπο του cloud**



**Εικόνα 19: Οι προσφερόμενες υπηρεσίες του cloud computing και τα μοντέλα ανάπτυξης**





**Εικόνα 20: Ιεραρχία cloud υπηρεσιών**

## 2.3 Μοντέλα Ανάπτυξης

### 2.3.1 Private cloud

Η υποδομή του νέφους λειτουργεί αποκλειστικά για ένα οργανισμό. Μπορεί να διαχειρίζεται από τον ίδιο τον οργανισμό ή από κάποιον τρίτο και μπορεί να βρίσκεται στις κτιριακές υποδομές του οργανισμού. Σε αντίθεση με τα Public Clouds, τα Private Clouds είναι εσωτερικά φιλοξενούμενα. Η σφραγίδα ενός ιδιωτικού cloud συνήθως αφιερώνεται σε οργανισμούς. Οι οργανισμοί στην προσπάθεια να αναπτύξουν τα ιδιωτικά clouds, εφαρμόζουν εικονικοποίηση μέσα στα δικά τους κέντρα δεδομένων. Μια λέξη προσοχής: “Η περιγραφή του ιδιωτικού νέφους μας απελευθερώνει από τους περιορισμούς του δημόσιου Cloud που μόνο κακό κάνουν σε αυτό το μοντέλο νέφους. Η πειθαρχία μέσα στις εφαρμογές των νεφών τα καθιστά περισσότερο ενδιαφέροντα και λιγότερο δαπανηρά σε αντίθεση με τα συμβατικά ΓΤ. Τα ιδιωτικά νέφη θα μπορούσαν να είναι πιο περιορισμένα σε



σχέση με τα αντίστοιχα δημόσια αντίστοιχά τους, και πιθανώς θα ικανοποιήσουν εκείνες τις ανάγκες που τα δημόσια δεν μπορούν να εξετάσουν.”

Αν και τα ιδιωτικά σύννεφα είναι ικανοποιητικά καλά, κάποιες από τις ανησυχίες ασφάλειας που ισχύουν στα δημόσια νέφη, στα ιδιωτικά δεν ισχύουν. Ακριβώς όμως επειδή είναι ιδιωτικά δε σημαίνει ότι είναι και πιο ασφαλή. Στο ιδιωτικό νέφος, εκτιμήσεις όπως εξασφάλιση του εικονικού περιβάλλοντος( που είναι το λογισμικό, το φυσικό υλικό (hardware), και το firmware) γίνονται από τον πελάτη, εν αντιθέση με το κοινό νέφος, που όλα αυτά τα αναλαμβάνει ο πάροχος υπηρεσίας. Κατά συνέπεια, σε συγκρίσεις του ιδιωτικού με το κοινό νέφος, είναι δύσκολο να κάνουν γενικεύσεις για το ποιο είναι ασφαλέστερο από τα δύο. Ένα ιδιωτικό cloud προσφέρει τη δυνατότητα να επιτύχουμε μεγαλύτερη ασφάλεια. Το πραγματικό πλεονέκτημα ενός ιδιωτικού νέφους είναι ότι ο πάροχος έχει το ενδιαφέρον για να κάνει το περιβάλλον της διεπαφής να βρίσκεται περισσότερο κοντά στις ανάγκες του εκμισθωτή.

### **2.3.2 Community cloud**

Η υποδομή του νέφους είναι διαμοιρασμένη σε διάφορους οργανισμούς και υποστηρίζει προκαθορισμένες κοινότητες που μπορεί να έχουν κοινές απαιτήσεις, σε επίπεδο ασφάλειας, λειτουργικότητας, αποστολής. Μπορεί να διαχειρίζεται είτε από ένα οργανισμό είτε από κάποιον εξωτερικό παροχέα και μπορεί να βρίσκεται στις κτηριακές υποδομές του οργανισμού. Η υπόσχεση των Community Clouds είναι ότι επιτρέπουν πολλαπλές ανεξάρτητες οντότητες για να κερδίσουν τα κόστη-κέρδη ενός κοινού μη δημόσιου νέφους, αποφεύγοντας την ασφάλεια και ρυθμιστικές ανησυχίες που μπορούν να υπάρξουν σε ένα κοινό σύννεφο που δεν τα έχει προβλέψει στο SLA του. Αυτό το πρότυπο έχει τεράστιες δυνατότητες για τις οντότητες ή τις επιχειρήσεις που υπόκεινται σε ρυθμιστικές συμμορφώσεις ή περιορισμούς. Τα διάφορα Community clouds θεωρούνται από τις Ηνωμένες Πολιτείες και την Ευρωπαϊκή ένωση ως τοπικά επίπεδα. Αυτό έχει μεγάλο νόημα δεδομένου ότι υπάρχουν πολλαπλάσια οφέλη και στα δύο ως μεμονωμένες οντότητες καθώς επίσης και συλλογικά.

### 2.3.3 Public cloud

Η υποδομή του νέφους μπορεί να είναι διαθέσιμη στο κοινό ή σε ένα μεγάλη ομάδα από οργανισμούς/επιχειρήσεις και να ανήκει σε ένα οργανισμό που διαχειρίζεται υπηρεσίες νέφους. Στην απλούστερη εκδοχή του ένα δημόσιο νέφος (public cloud) είναι διαθέσιμο εξωτερικά στον τελικό χρήστη με μικρό περιορισμό για το ποιος μπορεί να γίνει χρήστης της υπηρεσίας με πληρωμή. Οι πιο κοινές μορφές του public cloud είναι αυτές που είναι προσβάσιμες μέσω του διαδικτύου. Τα τελευταία χρόνια έχει υπάρξει τεράστια ανάπτυξη του public cloud με αποτέλεσμα να υπάρχει μεγάλη προσφορά σε υπηρεσίες IaaS από εταιρίες όπως η Amazon με την υπηρεσία EC2, την IBM BlueCloud και την Rackspace cloud offering. Άλλες μορφές προφοράς public cloud σε υπηρεσίες PaaS γίνονται από την Google με το AppEngine & το Windows Azure. Στο βασικό επίπεδο, τα δημόσια σύννεφα έχουν μοναδικά στοιχεία ασφάλειας και κριτήρια αξιολόγησης σε σχέση με τα ιδιωτικά νέφη (Private Clouds). Τα public cloud μπορούν να διαμορφωθούν από τους παρόχους υπηρεσιών που θέλουν μια υποδομή μεγάλης δυναμικότητας και ένα ευρύ φάσμα πελατών. Ως αποτέλεσμα τα δεδομένα μπορούν να αποθηκευτούν σε κοινά μέσα αποθήκευσης, κάτι που καθιστά απαραίτητη την κωδικοποίηση των δεδομένων για μεγαλύτερη ασφάλεια. Πρέπει να αναφερθεί πως η υπηρεσία του public cloud αντιμετωπίζεται με εμπιστοσύνη από τους συνδρομητές τέτοιων υπηρεσιών.

### 2.3.4 Hybrid cloud

Η cloud υποδομή είναι μια σύνθεση από ένα ή περισσότερα νέφη (private, community, or public) οι οποίοι είναι ξεχωριστές οντότητες και επιτρέπουν την μεταφορά τόσο των δεδομένων όσο και των εφαρμογών (cloud bursting for load-balancing between clouds).

Τα υβριδικά νέφη είναι ότι ακριβώς περιγράφει το όνομά τους. Τα σύννεφα αυτά διαμορφώνονται από τους οργανισμούς όταν δημιουργούν ιδιωτικά σύννεφα, και θέλουν οι κοινότητες τους να έχουν διασύνδεση με τα δημόσια σύννεφά τους για συγκεκριμένους σκοπούς. Η διασύνδεση του ιδιωτικού με το δημόσιο νέφος για την εξυπηρέτηση συγκεκριμένων σκοπών δημιουργεί το υβριδικό νέφος. Πραγματικά ένα υβριδικό νέφος μπορεί να δημιουργηθεί από τη σύνδεση τριών νεφών, ένα δημόσιο, ένα ιδιωτικό και ένα community. Πολλοί οργανισμοί επεκτείνουν το εσωτερικό

ιδιωτικό τους νέφος για την κρίσιμη υποδομή τους και ικανοποιούν ανάγκες που δεν είναι οικονομικές για να δημιουργηθούν εσωτερικά.

Ένα κοινό παράδειγμα θα ήταν για τον έλεγχο της εξασφάλισης της ποιότητας της υπηρεσίας. Για την παράδειγμα ένα εσωτερικό νέφος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να εκτελεί την υποδομή μιας επιχείρησης, ενώ η επιχείρηση μπορεί να έχει την ανάγκη να δοκιμάσει μια αναβάθμιση. Μπορεί να γίνει συμφέρον να πληρώνει μια επιχείρηση για τη χωρητικότητα ενός κοινού νέφους, για λίγους μήνες και όταν ολοκληρωθεί η αναβάθμιση του δικούς ιδιωτικού νέφους, να σταματήσει τη χρήση του κοινού νέφους.

## **2.4 Διαχείριση των δεδομένων στο Cloud**

Η διαχείριση των δεδομένων (αποθήκευση ανάκτηση, απόκτηση) μέσα σε ένα cloud ή grid γίνεται με διαφορετικούς τρόπους ανάλογα την χρήση και τις απαιτήσεις των δεδομένων. Σε πολύ χαμηλό επίπεδο γίνεται η χρήση των συμβατικών τρόπων αποθήκευσης και διαχείρισης δεδομένων, είτε με την χρήση Βάσεων Δεδομένων (RDMS) και αρχειακών (File Based) συστημάτων είτε με την χρήση καινούριων τεχνολογιών όπως Persistent Clouds, MapReduce (για την διαχείριση μεγάλου μεγέθους δεδομένων). Σημαντικό ρόλο στην διαχείριση των δεδομένων αλλά και των εφαρμογών, έχει η χρήση μεταδεδομένων (MetaData). Κατά την διαχείριση μεγάλου μεγέθους δεδομένων με διαφορετικές απαιτήσεις (security, integrity, importance), η χρήση μεταδεδομένων είναι ο πιο ασφαλής και ευέλικτος τρόπος αν «επεξηγήσει» τις απαιτήσεις των δεδομένων με τέτοιο τρόπο ώστε οι υπηρεσίες δεδομένων στα πιο κάτω επίπεδα να είναι σε θέση να διαφοροποιήσουν τα δεδομένα με τέτοιο τρόπο ώστε να ικανοποιούνται οι απαιτήσεις αυτών. Η χρήση των Service Oriented Architectures (SOA) τεχνολογιών στα συστήματα νέφων είναι αρκετά διαδεδομένη τόσο για την διαχείριση των εφαρμογών όσο και για την διαχείριση των δεδομένων. Πιο συγκεκριμένα η χρήση των web services είναι αρκετά διαδεδομένη για την διαχείριση τόσο των δεδομένων ενός IaaS cloud αλλά και για την διαχείριση εφαρμογών SaaS cloud. Στα πλαίσια της συγκεκριμένης ΕΕ θα μελετηθούν όλες οι δυνατές τεχνολογίες διαχείρισης των ιατρικών δεδομένων (αποθήκευση ανάκτηση, απόκτηση) μέσα σε ένα cloud και θα φτιαχτεί πλατφόρμα (portal) για την υλοποίηση τους σε υπάρχουσες υποδομές cloud ή grid (πχ. Amazon, Hellas Grid).

## Κεφάλαιο 3: Μοντέλα εφαρμογών και υπηρεσιών στο υπολογιστικό νέφος

Το cloud computing αποτελεί μια νέα προσέγγιση στον χώρο των καταναμημένων συστημάτων. Αυτό συμβαίνει μιας και χρησιμοποιεί επιπλέον κάποιες υφιστάμενες τεχνολογίες.

Σκοπός του είναι η παροχή πόρων με την μορφή υπηρεσίας στους χρήστες του συστήματος. Τέτοιοι πόροι είναι η υπολογιστική ισχύ (CPU), η αποθηκευτική δυνατότητα (storage) κ.ά. Βέβαια cloud computing δεν μπορεί να είναι το κάθε σύστημα το οποίο αναθέτει υπολογιστικές και αποθηκευτικές υπηρεσίες εξωτερικά.

Το cloud computing περιλαμβάνει την εξής δομή:

- Υποδομή ως υπηρεσία (Infrastructure as a Service - IaaS). Πρόκειται για όλη την υποδομή που απαιτείται για την παροχή ενός Cloud Server. Θεμελιώδης μονάδα του IaaS είναι ο Cloud Server χωρίς τον οποίο η οποιαδήποτε κίνηση δεν θα ήταν δυνατή. Αυτό που κάνει την Interworks πρωτοποριακή είναι ότι δεν παρέχει απλά ένα Virtual Private Server αλλά ένα Cloud Server ο οποίος έχει την δυνατότητα failover, escalating & cluster (να συνδυαστούν δύο ή παραπάνω cloud servers ώστε να έχουμε μια farm structure με active/ active ή active/passive cluster) και Dedicated Resources (για παράδειγμα αποκελιστικότητα μνήμης, όχι shared μνήμη όπως γίνεται στους κοινούς VPS).
- Λογισμικό ως υπηρεσία (Software as a Service - SaaS). Πρόκειται για όλες τις εφαρμογές λογισμικού που λειτουργούν με την μορφή υπηρεσίας μέσω του internet. Έχουμε συνηθίσει να βλέπουμε αυτήν την μορφή σαν ON Demand ή Web Based λογισμικό. Η Interworks ως Microsoft S+S Incubation Center παρέχει έναν μεγάλο αριθμό SaaS εφαρμογών όλων των ISVs που έχουν ενταχθεί μέχρι στιγμής στο Microsoft S+S Incubation Center όπως είναι η SoftOne, Regate, Syscom, Algosystems, IPS, Impact.
- Πλατφόρμα ως υπηρεσία (Platform as a Service - PaaS). Πρόκειται για την διαχειριστική πλατφόρμα μέσω της οποίας γίνεται όλη η διαχείριση και απομακρυσμένη παραμετροποίηση του IaaS καθώς και των SaaS εφαρμογών που είναι εγκατεστημένες στο IaaS. Επίσης συμπεριλαμβάνει τα APIs

(Application Programming Interface) που επιτρέπουν την διασύνδεση δυνατοτήτων servers χωρίς την προϋπόθεση να στηθούν ξεχωριστά για την χρήση τους απο οποιοδήποτε SaaS μας ενδιαφέρει. Για παράδειγμα εδώ μπορούμε να πούμε ότι κάποιος IT Manager δεν είναι υποχρεωμένος να στήσει έναν ξεχωριστό mail server αλλά να χρησιμοποιήσει το ανάλογο API του PaaS ώστε να καλύψει την ανάγκη της εφαρμογής του. Η Interworks παρέχει την πλατφόρμα webserve καθώς και APIs για την παροχή του PaaS.

### **3.1 Υποδομή ως υπηρεσία (Infrastructure as a Service - IaaS)**

Αυτό το μοντέλο δίνει πρόσβαση σε εικονικές πλατφόρμες hardware, που περιλαμβάνουν τα μηχανήματα, το δίκτυο και αποθηκευτικά μέσα. Με αυτή τη μορφή, οι χρήστες μπορούν να δημιουργήσουν το δικό τους cluster πάνω στον οποίο είναι οι ίδιοι υπεύθυνοι στο να εγκαταστήσουν, να διατηρήσουν και να τρέξουν την δική τους στοίβα από εφαρμογές.

Η υποδομή είναι το χαμηλότερο επίπεδο, και είναι ένα μέσο για να παρέχετε η επεξεργασία, η αποθήκευση, το δίκτυο και άλλοι βασικοί υπολογιστικοί πόροι σαν δεδομένες υπηρεσίες δια μέσω του δικτύου. Οι server, τα αποθηκευτικά συστήματα, τα swtch, τα router και άλλα συστήματα, χειρίζονται διάφορους τύπους φόρτου εργασίας, από μια σειρά προγραμμάτων που εκτελούνται χωρίς παρέμβαση χρήστη μέχρι και την αποθήκευση στο server σε φορτία αιχμής. Οι πάροχοι του Cloud μπορούν να εφαρμόσουν και να τρέχουν λειτουργικά συστήματα και λογισμικό για το υποκείμενο hardware τους.

#### **3.1.1 Cloud Desktop**

Το παραδοσιακό desktop αλλάζει μορφή και προσαρμόζεται στην ανάγκη μείωσης κόστους και ευέλικτης εργασίας από παντού. Οι υπηρεσίες Cloud Desktop και Cloud Office, παρέχουν μοναδική ευελιξία στις επιχειρήσεις και εγγυώνται ασφάλεια και αξιοπιστία.

Το νέο προϊόν της Interworks είναι ένα Dedicated Desktop με αποτέλεσμα ο χρήστης, να κάνει πάντα login στο δικό του desktop. Η Interworks προσφέρει ένα ασφαλές περιβάλλον αποθήκευσης των δεδομένων και μεταφορά της πληροφορίας,

εγγυάται την εύρυθμη λειτουργία της υποδομής και παρέχει προεγκατεστημένες εφαρμογές σύμφωνα με τις ρυθμίσεις που θα επιλέξει ο χρήστης.

Το περιβάλλον εργασίας μέσω του cloud αφαιρεί την ανάγκη του παραδοσιακού υπολογιστή γραφείου και ουσιαστικά μηδενίζει το κόστος συντήρησής τους. Ένα cloud περιβάλλον εργασίας είναι και λειτουργεί όπως ένας κανονικός υπολογιστής γραφείου, με το λογισμικό και τα δεδομένα του να βρίσκονται σε απομακρυσμένα, ιδιαίτερα ασφαλή data centers.

Οι χρήστες μπορούν, με απλό τρόπο, να έχουν πρόσβαση στο περιβάλλον εργασίας τους από οποιοδήποτε σημείο του κόσμου, μέσω μιας σύνδεσης με το διαδίκτυο, χρησιμοποιώντας είτε ένα υπάρχον PC είτε ένα laptop είτε, για μέγιστη οικονομία, μια ιδιαίτερη συσκευή αποκαλούμενη thin client.



*Εικόνα 21: Cloud Desktop*

### 3.1.2 Οφέλη πελατών

Τα οφέλη που αποκομίζουν οι πελάτες χρησιμοποιώντας το μοντέλο IaaS είναι

- Μείωση κόστους σε επίπεδο IT
- Επικέντρωση του IT σε παραγωγικές εργασίες

- Αύξηση παραγωγικότητας των χρηστών αφού πλέον μπορούν να έχουν πρόσβαση στα αρχεία τους από οπουδήποτε και από οποιαδήποτε συσκευή
- Μικρότερες απαιτήσεις σε resources H/Y
- Επιλογή configuration
- Επιλογή είτε ενός απλού Cloud Desktop με πόρους (RAM/CPU/Storage) διαθέσιμους ανά πάσα στιγμή είτε τις εκδόσεις Cloud Office οι οποίες περιέχουν και προεγκατεστημένο Office λογισμικό. Όλες οι εκδόσεις διαθέτουν προεγκατεστημένο λειτουργικό

### **3.1.3 Cloud Servers**

Οι Cloud Servers μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη φιλοξενία κρίσιμων εφαρμογών, δυναμικών websites, e-commerce solutions και databases της επιχείρησης. Με την χρήση των Cloud Servers αποφεύγονται τα κόστη απόκτησης και συντήρησης υποδομών IT.

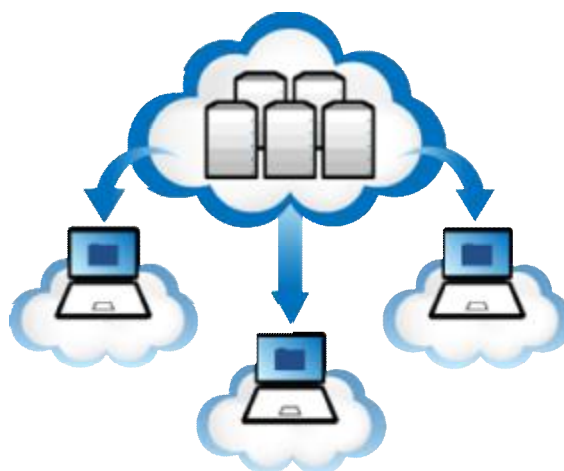
Οι Cloud Servers αποτελούν την εξέλιξη των Dedicated / VPS Servers. Οι επιπλέον δυνατότητες που προσφέρονται με τους Cloud Servers έναντι των κοινών Dedicated ή Virtual Private servers, συνοψίζονται στα εξής:

- Failover
- Escalating & Cluster
- Dedicated Resources

Επιπροσθέτως, υπάρχει η δυνατότητα δημιουργίας ενός Cloud Server με τα χαρακτηριστικά που επιθυμεί ο πελάτης.

Οι Cloud Servers είναι η επόμενη γενιά των servers οι οποίοι απαρτίζουν σήμερα ένα τυπικό computer room. Μέσω του διαδικτύου παρέχονται οι απαραίτητοι πόροι για να δημιουργηθεί ένας διακομιστής, ο οποίος με την σειρά του είναι πλήρως επεκτάσιμος. Με την έννοια επεκτάσιμος εννοούμε ότι τα χαρακτηριστικά του διακομιστή, όπως είναι η μνήμη ή ο επεξεργαστής του, μπορούν να αλλάξουν δυναμικά οποιαδήποτε στιγμή για να καλύψουν μόνιμες ή περιστασιακές ανάγκες μίας εταιρείας χωρίς να χρειάζεται να επιβαρυνθεί οικονομικά η εταιρεία για

εξοπλισμό που δεν της είναι συνεχώς απαραίτητος. Ακόμη και στις περιπτώσεις που ο διακομιστής χρειάζεται αλλαγή, όταν βρίσκεται στο cloud, αντιμετωπίζεται ως μία επέκταση εκμηδενίζοντας έτσι όλα τα κόστη υπηρεσιών που θα χρειαζόντουσαν σε κάθε άλλη περίπτωση.



**Εικόνα 22: Cloud Servers**

### **3.1.4 Υπηρεσίες φιλοξενίας συστημάτων πελατών (Colocation)**

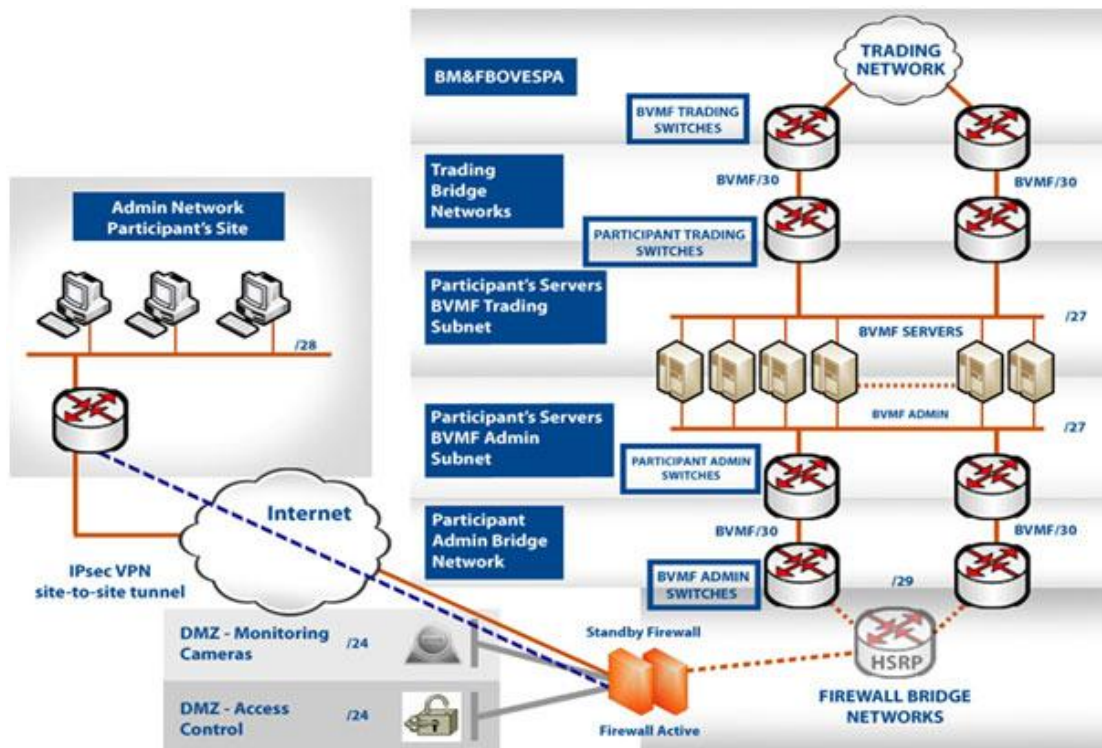
Για τις επιχειρήσεις που επιθυμούν να εντάξουν το δικό τους hardware σε μια οργανωμένη υποδομή ενός data center με ελεγχόμενες συνθήκες περιβάλλοντος, επαρκή χώρο φιλοξενίας και μέγιστη ασφάλεια, υπάρχει η επιλογή Colocation.

Ο πελάτης έχει την δυνατότητα να στεγάσει το δικό του server μέσα στο data center και να απαλλαγθεί από έννοιες όπως ασφάλεια, έλεγχος, διαχείριση, αποθήκευση κ.α. Όλα αυτά είναι πολύ σημαντικά για τις επιχειρήσεις, εφόσον η απώλεια δεδομένων είναι κρίσιμη ανεξαρτήτως μεγέθους εταιρίας. Μια απρόσμενη απώλεια δεδομένων μπορεί να προκύψει από πυρκαγιά, σεισμό, πλημμύρες και άλλες φυσικές καταστροφές.

- Ευελιξία
- Εξοικονόμηση χρημάτων
- Ασφάλεια
- Ελεγχόμενο περιβάλλον



- Backup

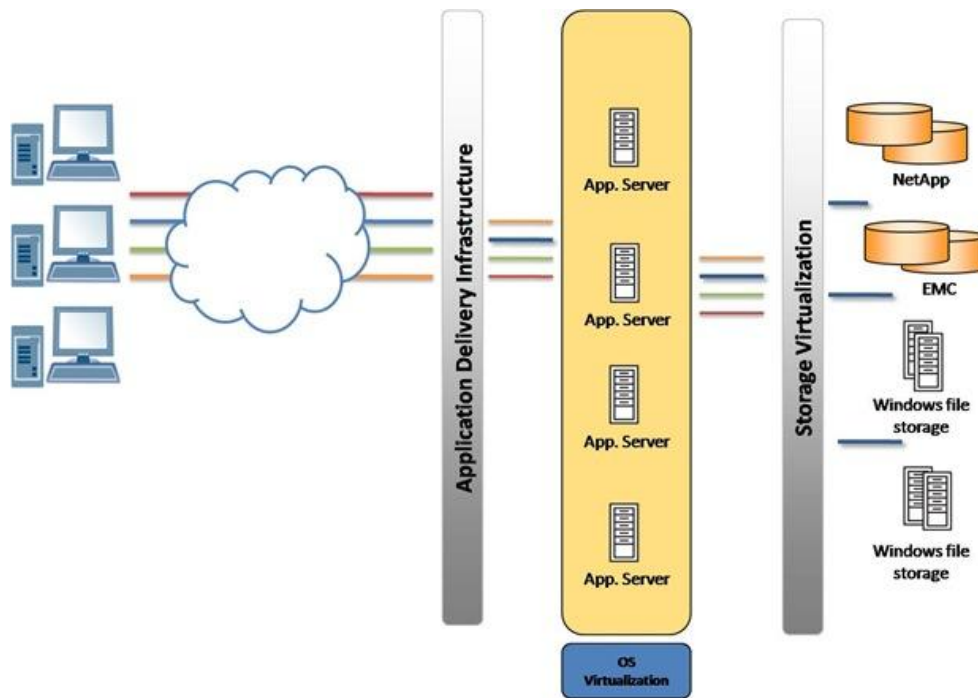


**Εικόνα 23: Υπηρεσίες φιλοξενίας συστημάτων πελατών (Colocation)**

### 3.1.5 Virtual Private Servers (VPS)

Ενας Virtual Private Server (VPS) είναι ένα περιβάλλον φιλοξενίας όπου μπορεί να γίνει καταμερισμός ενός server σε επιμέρους τμήματα. Όλες οι δυνατότητες ενός server (ισχύς επεξεργαστών, μνήμη, ταχύτητα δίσκων, bandwidth) διαιρούνται και μοιράζονται σε όλους τους Virtual Private Servers ξεχωριστά. Ο κάθε VPS τρέχει το δικό του λειτουργικό σύστημα σε ένα ασφαλές και απομονωμένο περιβάλλον και δεν μπορεί να προσπελαστεί ή να διακοπεί από τους γειτονικούς VPS.

Έτσι μπορούν να επιτυγχάνθούν υπηρεσίες του ίδιου επιπέδου, κυρίως για όσες εταιρίες επιθυμούν αυτόνομα λειτουργικά συστήματα για ασφάλεια και σταθερότητα. Ακόμη έχουμε εξοικονόμηση χρημάτων, εφόσον επιμερίζονται οι πόροι καθώς και εγγυημένη απόδοση/εύκολη διαχείριση.



**Εικόνα 24: Virtual Private Servers (VPS)**

### **3.2 Λογισμικό ως υπηρεσία (Software as a Service - SaaS)**

Το cloud computing μας δίνει πρόσβαση σε υπολογιστική δυνατότητα ως υπηρεσία και όχι σαν ένα προϊόν, σύμφωνα με την οποία οι χρήστες μοιράζονται το λογισμικό, την αποθηκευτική και επεξεργαστική δυνατότητα των υπολογιστών μέσω δικτύου, που συνήθως είναι το Ίντερνετ. Το cloud computing ανατρέπει τον παραδοσιακό τρόπο χρήσης της πληροφορικής όπου ο υπολογιστής μετατρέπεται σε μία φάρμα υπολογιστών και το λογισμικό μετατρέπεται σε μία υπηρεσία που είναι προσβάσιμη μέσω του διαδικτύου. Συνοπτικά, το cloud computing μας επιτρέπει να έχουμε επεξεργαστική δυνατότητα, πρόσβαση σε αποθηκευτικό χώρο και πρόσβαση σε λογισμικό μέσω του διαδικτύου.

Το facebook για παράδειγμα είναι μία cloud εφαρμογή. Όταν μία φωτογραφία στέλνεται από το κινητό στο άλμπουμ μας στο facebook τότε η φωτογραφία αυτή λαμβάνεται από ένα από τις δεκάδες χιλιάδες υπολογιστές του facebook του οποίου η τοποθεσία είναι άγνωστη. Στη συνέχεια η φωτογραφία στέλνεται για επεξεργασία πιθανότατα σε κάποιο άλλο υπολογιστή και στο τέλος αποθηκεύεται με κάποιο τρόπο σε ένα ντοσιέ ή μια βάση δεδομένων κάπου σε ένα σκληρό δίσκο σε μία μεριά του πλανήτη. Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της επεξεργασίας, της αποστολής και της

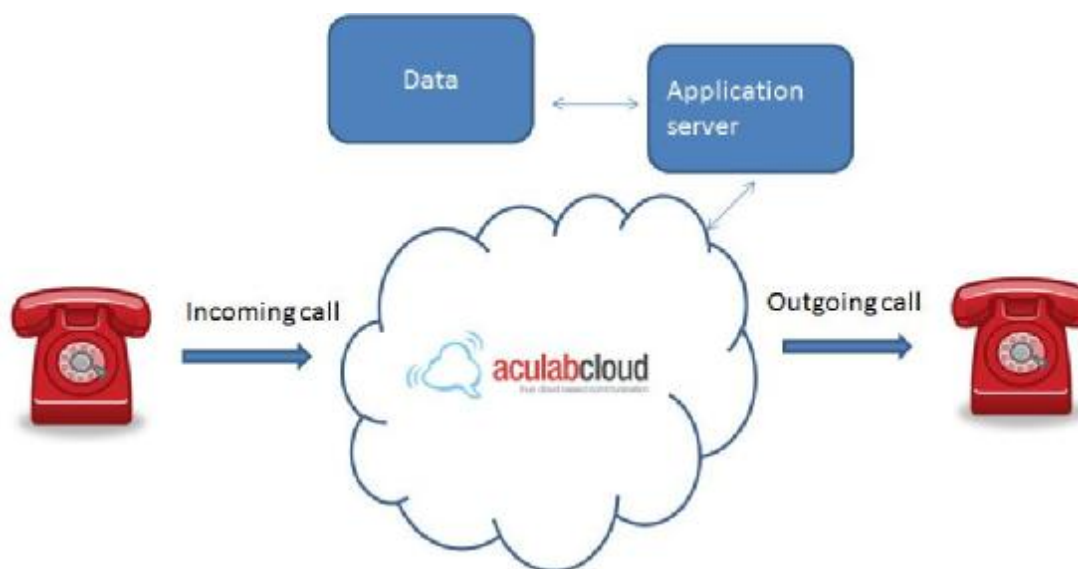
αποθήκευσης της φωτογραφίας μας είναι εντελώς άγνωστα. Η φωτογραφία μας όμως είναι διαθέσιμη εκεί, στη δική μας σελίδα, στο δικό μας άλμπουμ, αυτό είναι το μόνο που ενδιαφέρει τον χρήστη, τα υπόλοιπα στο cloud.

Αυτή η νέα μέθοδος εφαρμογής της πληροφορικής αφαιρεί από τον χρήστη όλες τις τεχνικές λεπτομέρειες και της αναθέτει στο σύννεφο, πίσω από τις σκηνές, δίνοντας μόνο την λειτουργικότητα που χρειάζεται ο κάθε χρήστης για να κάνει την δουλειά του γρήγορα και αποτελεσματικά.

Μέσο του cloud computing έρχεται και το λογισμικό ως υπηρεσία ή αλλιώς "on-demand software" ή "software as a service". Ανατρέποντας τον παραδοσιακό μοντέλο όπου το λογισμικό είναι διαθέσιμου μόνο μέσα από τον υπολογιστή στο οποίο είναι εγκατεστημένο, το SaaS (Software as a Service), ανοίγει νέους ορίζοντες στη πληροφορική και προσφέρει εφαρμογές μέσω του διαδικτύου οι οποίες είναι συνεχώς διαθέσιμες για οποιοδήποτε χρήστη και προσβάσιμες μέσω όλων των διάσημων εφαρμογών πλοήγησης του διαδικτύου όπως internet explorer, mozilla firefox, κτλ. Επιπλέον, το SaaS μοντέλο παρέχει ευελιξία στον χρήστη να έχει πρόσβαση στα προγράμματα του μέσω διαφόρων συσκευών που έχουν πρόσβαση στο διαδίκτυο όπως smartphones και κινητούς υπολογιστές. Αυτό γίνεται δυνατό λόγω του ότι η επεξεργασία των δεδομένων δεν γίνεται στη συσκευή του χρήστη αλλά στο διακομιστή υπολογιστή του παροχέα, δίνοντας έτσι τη δυνατότητα και σε πιο χαμηλής ισχύος συσκευές όπως τα smartphones και τα tablets να έχουν πρόσβαση και να τρέχουν μοντέρνα SaaS λογισμικά πακέτα. Περαιτέρω, το SaaS προσφέρει ένα νέο μοντέλο τιμολόγησης όπου ο χρήσης πληρώνει συνδρομή ανάλογα με την διάρκεια χρήσης, πολλές φορές μηνιαίως ή και ετησίως, ή αναλόγως με τον όγκο ή την συχνότητα χρήσης χωρίς να χρειάζεται να επιβαρύνετε ένα αρχικό τέλος για άδεια χρήσης. Κατά συνέπεια, το μοντέλο SaaS έχει πολύ χαμηλότερο κόστος για την έναρξη χρήσης των εφαρμογών και συνήθως πολύ χαμηλότερο συνολικό κόστος ιδιοκτησίας.

Ένα από τα πιο πετυχημένα πακέτα εφαρμογών SaaS είναι το Google Apps, η υπηρεσία της Google η οποία παρέχει ένα ολοκληρωμένο λογισμικό γραφείου μέσα από το διαδίκτυο και προσβάσιμο μέσα από οποιοδήποτε πρόγραμμα πλοήγησης του κυβερνοχώρου. Για παράδειγμα το Google Docs δίνει τη δυνατότητα επεξεργασίας κειμένων μέσα από το διαδίκτυο και παρέχει μία εναλλακτική λύση από το καθιερωμένο πλέον Microsoft Word. Πολλά άλλα SaaS λογισμικά δίνουν λύσεις

μέσα από μια μεγάλη γκάμα εφαρμογών όπως το Salesforce για διαχείριση πελατειακών σχέσεων, το Fresh Books για διαχείριση λογιστικών βιβλίων, το Basecamp για διαχείριση έργων και το Constant Contact για διαφήμιση μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου.



**Εικόνα 25: Λογισμικό ως υπηρεσία (Software as a Service - SaaS)**

### 3.2.1 Τηλεπικοινωνίες

Αν υποθέσουμε λοιπόν ότι ο επιχειρηματίας ξεκινά να σκέφτεται σοβαρά τη μετάβαση της εταιρίας του στη λογική του cloud, το πρώτο που θα παρατηρήσει είναι ότι οι τηλεπικοινωνίες θα αντικαταστήσουν σε βαθμό κρισιμότητας, το όποιο hardware που έχει ή σκόπευε να έχει εγκατεστημένο τοπικά. Είναι αυτονόητο ότι το εύρος του καναλιού δεδομένων πρέπει να είναι ικανό για να εξασφαλίσει ταχύτητα πρόσβασης και απρόσκοπτη ροή δεδομένων ακόμα και σε μεγάλο φόρτο. Αυτό θα πρέπει να εξασφαλίζεται κυρίως από τις εσωτερικές τηλεπικοινωνιακές υποδομές της εταιρίας, που κατά πάσα πιθανότητα θα χρειαστούν αναβάθμιση. Αυτό όμως που είναι σίγουρο, είναι ότι το κόστος αυτό, θα είναι ένα πολύ μικρό κλάσμα του λειτουργικού κόστους το οποίο τελικά θα εξοικονομήσει η επιχείρηση από τη μεταφορά της σε άυλες υποδομές cloud. Αν και το ενδεχόμενο διακοπής επικοινωνίας από το data center του παρόχου του λογισμικού προς τον πάροχο τηλεπικοινωνιών, θα πρέπει να θεωρηθεί σχεδόν απίθανο, δεν θα πρέπει να παραγνωρίσει κανείς το γεγονός ότι, από τη στιγμή που όλη η λειτουργία της

επιχείρησης θα επαφίεται στις επικοινωνίες, αυτές θα πρέπει να διασφαλίζονται από τον τηλεπικοινωνιακό πάροχο σε επίπεδο που θα αγγίζει το 100% και η πιθανότητα αδυναμίας παροχής υπηρεσιών, δε θα υπερβαίνει τον αντίστοιχο κίνδυνο μίας διακοπής ρεύματος.

Φυσικά, θα πρέπει να εξασφαλιστεί το αντίστοιχο bandwidth το οποίο θα πρέπει να είναι επαρκές για την κάλυψη των αναγκών διακίνησης δεδομένων. Ο υπολογισμός της ταχύτητας του δικτύου θα πρέπει να γίνει με βάση κάποια κριτήρια, που θα πρέπει να ληφθούν σοβαρά υπόψη. Δύο είναι τα κύρια κριτήρια που σε μεγάλο βαθμό καθορίζουν το μέγεθος του τηλεπικοινωνιακού καναλιού. Το ένα είναι το αν -τόσο τα δεδομένα, όσο και οι εφαρμογές- βρίσκονται αμφότερα στο cloud, ή πρόκειται να υπάρχει ένας υβριδικό μοντέλο που θα συνδυάζει λογισμικό στο cloud και λογισμικό τοπικής εγκατάστασης. Το δεύτερο είναι ο αριθμός των χρηστών που θα βρίσκεται on-line εντός της επιχείρησης.

### **3.2.2 Ασφάλεια**

Το θέμα της ασφάλειας είναι κάτι που απασχολεί τις επιχειρήσεις. Άλλες λιγότερο και άλλες περισσότερο. Είναι προφανές, ότι δεν έχουν όλοι οι φιλοξενούμενοι του cloud τις ίδιες απαιτήσεις ασφαλείας και άλλες είναι οι ανάγκες μιας μικρομεσαίας επιχείρησης και άλλες μίας τράπεζας. Βέβαια για τους παροχείς SaaS δεν υπάρχουν (επίσημως τουλάχιστον) διαβαθμίσεις της παρεχόμενης ασφαλείας. Θεωρητικά, το μέγιστο επίπεδο ασφαλείας είναι κάτι που είναι αδιαπραγμάτευτο και το απολαμβάνουν όλοι οι πελάτες, ανεξαρτήτως επιπέδου και δραστηριότητας. Αν και θεωρητικά το cloud είναι περισσότερο ευάλωτο σε επιθέσεις, λόγω της έκθεσης των δεδομένων σε μεγαλύτερο εύρος και διακίνησής τους σε περιβάλλοντα εκτός του φυσικού ελέγχου της επιχείρησης, στην πράξη όμως οι παροχείς SaaS έχουν πολύ πιο ψηλά στη λίστα των προτεραιοτήτων τους τα θέματα ασφαλείας, απ'ότι μια επιχείρηση που θα τα διατηρούσε τοπικά. Κυρίως λόγω του γεγονότος ότι προστατεύουν όχι μόνο τον πελάτη τους, αλλά και τον εαυτό τους, τόσο από πλευράς εύρυθμης λειτουργίας τους, αλλά και φήμης. Άλλωστε η τοπική διαχείριση των δεδομένων στους servers μιας εταιρίας, μόνο ψυχολογικά δίνει μεγαλύτερη αίσθηση ασφαλείας, καθότι όλες οι επιχειρήσεις είναι συνδεδεμένες με το διαδίκτυο, έχουν email, πιθανότατα ιστοσελίδα και φυσικά έχουν και εργαζόμενους

που δεν γνωρίζουν, δεν τηρούν ή απλά παραβιάζουν ακόμα και βασικούς κανόνες ασφαλείας.

### **3.2.3 Service Level Agreement**

Με βάση τα παραπάνω, όταν κάποια επιχείρηση επιλέγει παρόχους για SaaS και τηλεπικοινωνίες, θα πρέπει να διασφαλίζει το επίπεδο των παρεχομένων υπηρεσιών και μάλιστα κάτω από συγκεκριμένες και μετρήσιμες παραμέτρους, για την τήρηση των οποίων οι παροχείς θα δεσμεύονται εγγράφως ενώ η όποια απόκλιση από τα συμφωνηθέντα KPI's, να επιφέρει κυρώσεις.

Η ύπαρξη ενός SLA (Service Level Agreement) μπορεί μεν να μην διασφαλίζει πλήρως μία επιχείρηση από διαφυγόντα κέρδη ή όποια άλλη ζημιά μπορεί να προκύψει από μία τυχόν διακοπή των υπηρεσιών, αλλά είναι σίγουρο ότι είναι σαφής ένδειξη για την σοβαρότητα με την οποία αντιμετωπίζουν οι πάροχοι το έργο τους.

### **3.2.4 Απομακρυσμένη πρόσβαση**

Το επόμενο λογικό βήμα μετά τη μετάβαση στο cloud και την αποσύνδεση από τις κλασικές χωροταξικές δομές, είναι η δυνατότητα που δίνεται στους εργαζόμενους μιας επιχείρησης να εργάζονται σε αυτήν ακόμα και χωρίς τη φυσική τους παρουσία.

Η απομακρυσμένη εργασία δεν αποτελεί πλέον μια νέα τάση στο management, αλλά μία πραγματικότητα για τις σύγχρονες επιχειρήσεις. Στην Ελλάδα, η μετάβαση από το χτύπημα κάρτας παρουσίας και την έννοια της τήρησης του ωραρίου, στην έννοια του απομακρυσμένου εργαζόμενου που εργάζεται ως ει παρών, παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον, καθώς διοικητικές προκαταλήψεις χρόνων συνυπάρχουν με νέες τεχνολογίες επικοινωνίας και τις καταγιτιστικές αλλαγές στα εργασιακά δεδομένα.

Όπως και να έχει το πράγμα και πέρα από τα ψυχολογικά φράγματα, η οικονομική συγκυρία ωθεί όλους να δουν τα πράγματα με αριθμούς και οικονομικούς δείκτες.

Όλες οι έρευνες έχουν δείξει ότι, οι εργαζόμενοι εκτός γραφείου είναι πιο παραγωγικοί και εκμεταλλεύονται οποιοδήποτε χρονικό διάστημα κατά τη διάρκεια

της ημέρας, χωρίς να περιορίζονται από ωράρια και άλλες εμβόλιμες υποχρεώσεις. Ενώ φυσικά, εξοικονομούν χρόνο από τη μετακίνησή τους προς και από την εργασία.

Αρκεί μόνο ένας πολλαπλασιασμός για να αποδείξει τα πλεονεκτήματα που προσφέρει η τηλεργασία. Εάν ένας εργαζόμενος έχει ξοδέψει δέκα ώρες την εβδομάδα σε μετακινήσεις, αυτό ουσιαστικά είναι 500 εργατοώρες ετησίως χαμένου χρόνου και χρήματος για όλους.

Φυσικά υπάρχουν επιχειρήσεις στις οποίες η παραγωγική τους διαδικασία βασίζεται στην άμεση συνεργασία των εργαζομένων μέσα στο χώρο εργασίας, αλλά σίγουρα υπάρχουν τμήματα και εργαζόμενοι οι οποίοι μπορούν να παράγουν έργο ακόμα και χωρίς να βρίσκονται παρόντες στον χώρο.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι ότι μεγάλες πολυεθνικές, εδώ και χρόνια έχουν εγκαταστήσει τμήματά τους σε άλλες χώρες ενώ δραστηριοποιούνται σε διαφορετικές. Ταυτόχρονα τα διοικητικά τους μοντέλα δεν ορίζουν καν έδρα για τα στελέχη τους, αλλά ορίζουν μόνο τις αρμοδιότητές τους. Μέχρι τώρα αυτό δεν ήταν εφικτό σε επίπεδο μικρών και μεσαίων επιχειρήσεων, γιατί αποτρεπτικός παράγοντας ήταν οι κοστοβόρες εσωτερικές υποδομές IT. Τώρα πλέον στην εποχή του cloud, το κόστος είναι σχεδόν πάντα μικρότερο από την ανάπτυξη in house υποδομών, ενώ είναι σαφώς πιο ευέλικτο και εύκολα επεκτάσιμο.

### **3.2.5 Mobility**

Αφού λοιπόν υιοθετήσαμε την έννοια του cloud και της απομακρυσμένης πρόσβασης, το επόμενο ζητούμενο, είναι η αποσύνδεση του εργαζομένου από τον ομφάλιο λώρο της καλωδιακής ευρυζωνικής σύνδεσης.

Το timing είναι κατάλληλο, αφού παράλληλα με την έννοια του cloud, σημειώνεται ραγδαία αύξηση της χρήσης smartphones, τόσο διεθνώς, όσο και στην Ελλάδα. Σύμφωνα με εκτιμήσεις της GSM Association, οι χρήστες mobile broadband παγκοσμίως, έχουν αυξηθεί κατά δέκα φορές τα τελευταία τρία χρόνια, ενώ η Ελληνική πραγματικότητα είναι ότι το 42% των χρηστών κινητών τηλεφώνων χρησιμοποιούν mobile Internet. Έτσι υπάρχουν όλα τα μέσα, ώστε οι εργαζόμενοι να αποσυνδεθούν και από τα καλώδια. Όσον αφορά τις απειλές ασφαλείας, ο συνδυασμός ασύρματης πρόσβασης στις εταιρικές εφαρμογές που βρίσκονται στο

cloud, είναι πολύ ασφαλέστερος σε σχέση με την απευθείας σύνδεση στο εταιρικό δίκτυο. Ο λόγος είναι, όπως προαναφέραμε, ότι οι πολιτικές ασφαλείας του παρόχου SaaS είναι σαφώς αναβαθμισμένες, αν και πάντα χρειάζονται δικλίδες ασφαλείας του τύπου Mobile Device Management όπως θα δούμε παρακάτω.

Ένα όμως θέμα που ανακύπτει μέσα από την έννοια της ασύρματης πρόσβασης, είναι ότι πλέον στο παιχνίδι μπαίνουν και δύο ακόμα κατηγορίες συσκευών. Τα smartphones και τα tablets. Αυτές οι οικογένειες συσκευών έχουν το μεγάλο πλεονέκτημα της φορητότητας αλλά στον αντίποδα έχουν το μειονέκτημα των περιορισμένων διαστάσεων, κυρίως όσον αφορά στην οθόνη και τα μέσα χειρισμού (ποντίκι, πληκτρολόγιο). Είναι λοιπόν αναγκαίος ο σχεδιασμός ενός smartphone-friendly User Interface της/ων εταιρικής/ων εφαρμογής/ων που βρίσκονται στο cloud, ώστε να είναι δυνατός ο καλύτερος δυνατός χειρισμός τους μέσα από μία οθόνη (πχ. 4 ιντσών) και του virtual πληκτρολογίου.

### **3.2.6 Business mobile applications**

Αυτού του είδους οι εφαρμογές είναι οι λεγόμενες B2E (Business-to-Employee) Applications και το κύριο χαρακτηριστικό τους είναι ότι το interface τους έχει σχεδιαστεί για να δίνει ικανοποιητική λειτουργικότητα της εταιρικής εφαρμογής (είτε αυτή είναι cloud based είτε local based, είτε υβριδικό μοντέλο) μέσα από ένα smartphone ή ένα tablet.

Η επιδίωξη των σχεδιαστών αυτών των business mobile applications, είναι να δώσουν στις εφαρμογές τους τα παρακάτω χαρακτηριστικά.

1. Δυνατότητα πρόσβασης και πλήρους χειρισμού από smartphone με οποιοδήποτε λειτουργικό σύστημα (AppleOS, Google Android, Windows Phone, RIM, Samsung Bada, HTML5). Η ανάπτυξη βέβαια γίνεται με τη λογική Write-Once-Deploy-Anywhere, ώστε να μην είναι αναγκαίο μια εφαρμογή να γράφεται περισσότερες από μία φορές. Αυτό γίνεται με τη χρήση εργαλείων ανάπτυξης που ανήκουν στην οικογένεια MEAP (Mobile Enterprise Application Platform). Αυτές οι πλατφόρμες προγραμματισμού πριν από κάποιο διάστημα ήταν αποκλειστικότητα πολύ λίγων πολυεθνικών εταιριών λογισμικού. Πλέον όμως η διάδοσή τους είναι ευρύτερη, ενώ πολλές φορές εμπεριέχονται στα πακέτα λύσεων που προσφέρουν οι παροχείς SaaS.





### 3.2.7 Πλεονεκτήματα

Το μοντέλο SaaS προβλέπει ότι, ο πελάτης δεν αγοράζει άδειες χρηστών (user licenses) και δεν εγκαθιστά τοπικά το λογισμικό. Αντίθετα αποκτά το δικαίωμα χρήσης του λογισμικού στο πλαίσιο συνδρομής για συγκεκριμένη χρονική περίοδο. Η συνδρομή καλύπτει πλήρως τη χρήση του λογισμικού, τη χρήση του εξοπλισμού υποδομής του Data Center όπου φιλοξενείται το λογισμικό, τις αναβαθμίσεις του, όπως επίσης και τις απαραίτητες διαχειριστικές εργασίες που αναλαμβάνει ο προμηθευτής της συνδρομητικής υπηρεσίας (π.χ. backup σε τακτική βάση, συμπίεση / βελτιστοποίηση των βάσεων δεδομένων, migration κλπ.).

Από τη σκοπιά της ασφάλειας, όλα δείχνουν ότι τα δεδομένα μιας επιχείρησης είναι ασφαλέστερα στις υποδομές υψηλής προστασίας που προσφέρει ένα σύγχρονο Data Center. Ο προμηθευτής της υπηρεσίας SaaS φροντίζει να διασφαλίζει συνθήκες πλήρους προστασίας των δεδομένων μιας επιχείρησης, εφαρμόζοντας τις πλέον προηγμένες τεχνολογίες και ακολουθώντας αυστηρές διαδικασίες σε όλα τα στάδια διαχείρισης τους.

Η αγορά SaaS αναπτύσσεται ραγδαία και ένα μεγάλο εύρος εφαρμογών, όπως είναι τα ERP, CRM, e-mail, αυτοματισμός γραφείου, λογιστική διαχείριση, μισθοδοσία, που καλύπτουν το σύνολο των δραστηριοτήτων μιας σύγχρονης επιχείρησης, είναι πλέον διαθέσιμες. Το κυριότερο είναι ότι οι μικρομεσαίες επιχειρήσεις είναι πλέον προτεραιότητα των παροχών SaaS, αφού αποτελούν το πολυπληθέστερο τμήμα της επιχειρηματικής δραστηριότητας στην Ελλάδα.

Έτσι σαν αποτέλεσμα, η επιχείρηση που θα επιλέξει το μοντέλο λειτουργίας SaaS, έχει να κερδίσει:

- Χαμηλό κόστος αρχικής επένδυσης.
- Μηδενικό κόστος για συντήρηση και αναβαθμίσεις λογισμικού.
- Μηδενικό κόστος για αγορά, εγκατάσταση και συντήρηση εξοπλισμού υποδομής
- Δυνατότητα χρήσης του λογισμικού από οποιοδήποτε σημείο, οποιαδήποτε χρονική στιγμή.
- Απαλλαγή από τη διενέργεια αναγκαίων τεχνικών εργασιών συντήρησης και ασφαλείας.

- Εφαρμογή μοντέλων απομακρυσμένης πρόσβασης απελευθερώνοντας τους εργαζομένους από τους χωροταξικούς περιορισμούς της επιχείρησης και εφαρμογή ελαστικών εργασιακών συνθηκών, που θα βασίζονται στην παραγωγικότητα και όχι την προσέλευση.

Επιπλέον, υπολογίζεται ότι ο όγκος αγοράς για SaaS εφαρμογές για αυτή τη χρονιά ανέρχεται σε 13 δις δολάρια, μία αύξηση ύψους 20% από το 2010, με προοπτικές ανάπτυξης έως και 22 δις στα επόμενα 2-3 χρόνια.

Σημαντικός παράγοντας στην ραγδαία υιοθέτηση του SaaS είναι η σημαντική μείωση κόστους που αποφέρει στις επιχειρήσεις για επενδύσεις σε εξοπλισμό και λογισμικά συστήματα. Η κοστολόγηση γίνεται ανά χρήστη, ανά μήνα ή χρόνο, και μόνο για τις ενότητες που θα χρησιμοποιούν. Δεν υπάρχει κόστος συντήρησης ή κόστος υποστήριξης του τελικού χρήστη αφού αυτό είναι υπό την ευθύνη του προμηθευτή του λογισμικού και όχι του αγοραστή. Περαιτέρω, δεν υπάρχει το κόστος αρχικής εγκατάστασης και εφαρμογής που αρμόζει με το παραδοσιακό μοντέλο λογισμικού ούτε υπάρχει η ανάγκη για την αγορά. Ένας άλλο μεγάλο πλεονέκτημα αυτού του μοντέλου είναι ότι τελευταία έκδοση του λογισμικού συστήματος γίνεται αυτόματα διαθέσιμη από τον προμηθευτή στον αγοραστή. Ο χρήστης πλέον δεν είναι αναγκασμένος να κάνει από μόνος του την αναβάθμιση του λογισμικού όταν μια νέα έκδοσή γίνεται διαθέσιμη. Με το μοντέλο SaaS οι χρήστες πάντα χρησιμοποιούν τη τελευταία έκδοση αυτόματα.

Πολλά άλλα πλεονεκτήματα όπως η ευκολία πρόσβασης στα προγράμματα μέσω διαφόρων συσκευών στο γραφείο ή εν κινήσει, η ευκολία με την οποία τα συστήματα SaaS μπορούν να επεκταθούν ανάλογα με τις αυξανόμενες ανάγκες της εταιρείας, καθώς και η δραματική μείωση του συνολικού κόστους ιδιοκτησίας (TCO) κάνουν το παρόν μοντέλο πληροφορικής μία πολύ ελκυστική πρόταση για εταιρείες ανεξάρτητα από το μέγεθος και το είδος τους.

### **3.3 Πλατφόρμα ως υπηρεσία (*Platform as a Service - PaaS*)**

Πρόκειται για την διαχειριστική πλατφόρμα μέσω της οποίας γίνεται όλη η διαχείριση και απομακρυσμένη παραμετροποίηση του IaaS καθώς και των SaaS εφαρμογών που είναι εγκατεστημένες στο IaaS. Επίσης συμπεριλαμβάνει τα APIs

(Application Programming Interface) που επιτρέπουν την διασύνδεση δυνατοτήτων servers χωρίς την προϋπόθεση να στηθούν ξεχωριστά για την χρήση τους απο οποιοδήποτε SaaS μας ενδιαφέρει. Για παράδειγμα εδώ μπορούμε να πούμε ότι κάποιος IT Manager δεν είναι υποχρεωμένος να στήσει έναν ξεχωριστό mail server αλλά να χρησιμοποιήσει το ανάλογο API του PaaS ώστε να καλύψει την ανάγκη της εφαρμογής του.

Σχεδόν ό,τι εφαρμογή μπορεί να αναπτυχθεί στο παραδοσιακό προγραμματιστικό περιβάλλον, μπορεί να αναπτυχθεί και στο Platform as a service μοντέλο.

- WebServe πλατφόρμα, που είναι η πλατφόρμα για την διαχείριση των APIs.
- Υφιστάμενες PaaS εφαρμογές, όπου οι προγραμματιστές έχουν την δυνατότητα να φτιάξουν τους ακόλουθους τύπους εφαρμογών στην WebServe πλατφόρμα.
- Εφαρμογές Social Network.
- Data mining εφαρμογές για Business Intelligence.
- Επιχειρηματικές εφαρμογές για project management, διαχείριση ανθρώπινου δυναμικού, οικονομικές υπηρεσίες κ.ά.
- E-commerce εφαρμογές που συμπεριλαμβάνουν οικονομικές online συναλλαγές.
- Ειδικές βιομηχανικές εφαρμογές που εξυπηρετούν εξειδικευμένες ανάγκες.
- Mashups που ενώνουν δύο ή περισσότερες εφαρμογές με τρόπο που προσθέτει αξία στον χρήστη.

Τα APIs (Application Programming Interfaces) παρέχουν πρόσβαση στην ίδια την πλατφόρμα Web Serve, όσο και στις υπηρεσίες που φιλοξενούνται στο σύννεφο. Πρόσβαση στα APIs μπορούν να έχουν μόνο εξουσιοδοτημένοι χρήστες και η ταυτοποίηση γίνεται με τη χρήση SOAP headers.

Ένα WebServe Platform API μπορεί να αποτελείται από τις ακόλουθες web υπηρεσίες:

- Λογαριασμούς χρηστών (User Accounts), που περιέχουν μεθόδους διαχείρισης των μεταπωλητών και των τελικών χρηστών στην πλατφόρμα Web Serve.
- Χώρους φιλοξενίας (Hosting Spaces), που περιέχουν μεθόδους για τη διαχείριση των χώρων, των πλάνων και των add-ons.
- Βάσεις δεδομένων (Databases), όπου πραγματοποιείται η αλληλεπίδραση με SQL Server / MYSQL.
- Δικτυακούς τόπους (Web Sites), όπου πραγματοποιείται η αλληλεπίδραση με Internet Information Server (IIS) 6.0 & 7.0.
- Microsoft Exchange Server, όπου πραγματοποιείται η αλληλεπίδραση με Microsoft Exchange Server 2007 / 2010.
- Φιλοξενούμενους οργανισμούς (Hosted Organizations), με μεθόδους για τη διαχείριση των φιλοξενούμενων οργανισμών με Exchange Server 2007 / 2010 και SharePoint Server 2007 / 2010.
- Λογαριασμούς FTP (FTP Accounts), με μεθόδους για τη διαχείριση FTP λογαριασμών.
- Διαχείριση αρχείων (File Management), με μεθόδους για τη διαχείριση αρχείων που βρίσκονται στο χώρο φιλοξενίας.
- POP3 Emails, με μεθόδους για τη διαχείριση της ηλεκτρονικής αλληλογραφίας.

### **3.3.1 Cloud Sites**

Πρόκειται για ένα ευέλικτο, ασφαλές και εύκολο στη διαχείριση web Server που χρησιμοποιείται για τη φιλοξενία στο Web. Το Cloud Site μπορεί να φιλοξενήσει από μία απλή ιστοσελίδα με media streaming έως και web εφαρμογές. Η κλιμακωτή και ανοικτή αρχιτεκτονική του, είναι σε θέση να ανταπεξέλθει ακόμη και στις πιο απαιτητικές εργασίες. Η υπηρεσία Cloud Site είναι η εξέλιξη του κοινού Shared Hosting. Οι ιστοσελίδες και οι εφαρμογές φιλοξενούνται σε υποδομή πολλαπλών Load Balaced, Clustered Cloud Servers ενώ τα αρχεία και τα δεδομένα αποθηκεύονται σε RAID SAN Storage. Κάθε cloud site προσαρμόζεται στις ανάγκες

του πελάτη είτε με αύξηση (μνήμης, bandwidth κ.ά) είτε φυσικά με μείωση των χαρακτηριστικών του. Έτσι πραγματικά ο πελάτης αξιοποιεί το μοντέλο pay as you go / pay as you grow προς όφελός του, αποκομίζοντας την μέγιστη δυνατή αποδοτικότητα.



**Εικόνα 27: Cloud Sites**

### **3.3.2 Cloud Databases**

Οι Cloud Databases είναι βάσεις δεδομένων προσβάσιμες στους πελάτες από το σύννεφο και προσφέρονται στους χρήστες που τις ζητούν μέσω του Διαδικτύου από τους servers του παρόχου δεδομένων νέφους. Επίσης, αναφέρονται σαν βάσεις δεδομένων ως υπηρεσία (DBaaS), οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιούν το cloud computing για την επίτευξη βελτιστοποιημένης κλιμάκωσης (optimized scalling) και αποτελεσματικής κατανομής των πόρων.

Μια Cloud Database μπορεί να προσφέρει σημαντικά πλεονεκτήματα σε σχέση με τις παραδοσιακές βάσεις δεδομένων, όπως η αύξηση της προσβασιμότητας, αυτόματο failover και γρήγορη αυτόματη ανάκτηση μετά από αποτυχίες, αυτοματοποιημένη on-the-go κλιμάκωση, ελάχιστες επενδύσεις και συντήρηση του υλικού, και ενδεχομένως καλύτερες επιδόσεις. Ταυτόχρονα, οι cloud Databases

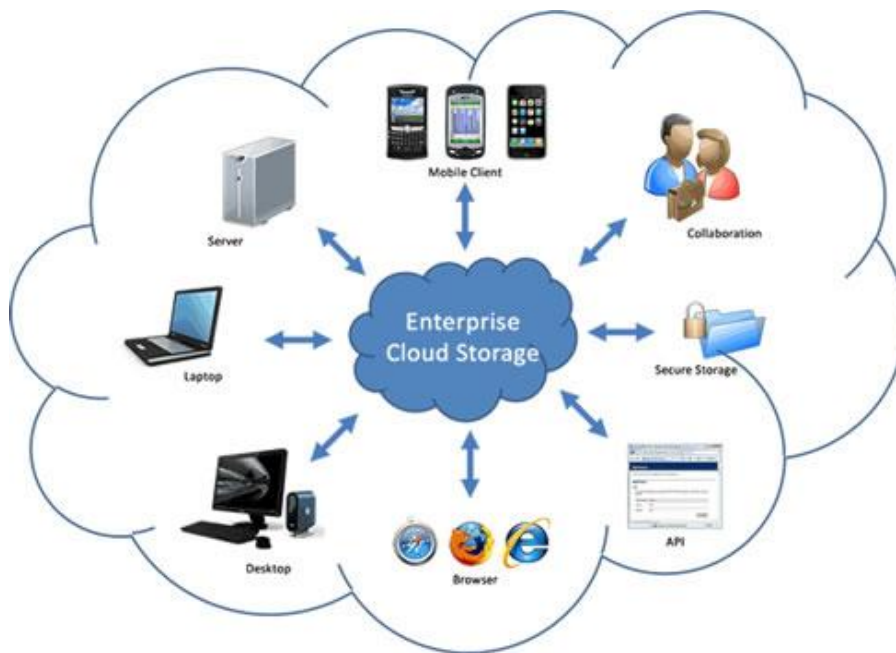
εμφανίζουν σε ειδικές περιπτώσεις ενδεχόμενα μειονεκτήματα, συμπεριλαμβανομένων των ζητημάτων ασφάλειας και προστασίας της ιδιωτικής ζωής καθώς και την ενδεχόμενη απώλεια ή την αδυναμία πρόσβασης των κρίσιμων δεδομένων σε περίπτωση καταστροφής ή πτώχευσης του φορέα παροχής υπηρεσιών δεδομένων σύννεφο.

### 3.3.3 Cloud Storage

Με το cloud storage μια εταιρία μπορεί να μειώσει τα κόστη, να κάνει χρήση σύμφωνα με τις ανάγκες της, χωρίς δύσκολες και χρονοβόρες διαδικασίες. Έτσι δεν υπάρχει λόγος να μην αποθηκεύει ορισμένα ή και όλα τα αρχεία της στο σύννεφο.

Τα πλεονεκτήματα μπορούμε να τα συνοψίσουμε στα εξής:

- Μείωση του κόστους. Δίνεται η δυνατότητα να αποθηκευθούν αρχεία, να μοιραστούν με τους χρήστες και ταυτόχρονα να υπάρχει ένα backup εκτός της εταιρίας, για την περίπτωση κάποιας καταστροφής.
- Βελτίωση της αποδοτικότητας. Διευκολύνεται η ασφαλής ανταλλαγή εγγράφων μεταξύ των χρηστών, όπου κι αν βρίσκονται, και η απρόσκοπτη συνεργασία τους.
- Απεριόριστη πρόσβαση. Επιτύγχάνεται πρόσβαση σε οτιδήποτε, οποιαδήποτε χρονική στιγμή και από οπουδήποτε.
- Ασφαλή δεδομένα. Το κεντρικό αποθηκευτικό σύστημα συνήθως βασίζεται SAN σύστημα (Storage Area Network) το οποίος εξασφαλίζει αυξημένη προστασία των αποθηκευμένων δεδομένων χωρίς συμβιβασμούς στην απόδοση.
- Αυτοματοποίηση της συνεχούς επιχειρηματικής δράσης. Ακόμα και εάν υπάρξει καταστροφή του SAN συστήματος, backups υπάρχουν πάντα, έτοιμα να αποκατασταθούν αμέσως.
- Δημιουργία αντιγράφων ασφαλείας και επαναφοράς που συνδέεται άμεσα με συστοιχία SAN για βέλτιστη ταχύτητα των εργασιών και την ταχεία δημιουργία αντιγράφων ασφαλείας και επαναφορά τους χρόνους απόκρισης.



**Εικόνα 28: Cloud Storage**

### 3.3.4 Εξειδικευμένα μοντέλα υπηρεσιών

#### 3.3.4.1 Ταυτότητα ως υπηρεσία (Identity as a service - IDaaS)

Η αναγνώριση και η εξακρίβωση μιας ταυτότητας είναι μια κεντρική λειτουργία των δικτύων. Μία υπηρεσία ταυτότητας αποθηκεύει όλες εκείνες τις πληροφορίες που σχετίζονται με μια ψηφιακή οντότητα, μπορεί να απαντά σε ερωτήματα σε σχέση με αυτές και επίσης διαχειρίζεται τις ηλεκτρονικές συναλλαγές.

Οι υπηρεσίες ταυτότητας έχουν ως κεντρικές λειτουργίες τα εξής:

1. Την αποθήκευση δεδομένων,
2. Μια μηχανή ερώτησης και
3. Μια μηχανή εφαρμογής πολιτικής, η οποία έχει ως στόχο να διατηρεί την ακεραιότητα των δεδομένων.

Σημειώνεται ότι τα κατακευματισμένα συστήματα συναλλαγών, όπως τα εταιρικά δίκτυα ή τα συστήματα υπολογιστικού νέφους, αυξάνουν τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν τα συστήματα διαχείρισης ταυτότητας με την έκθεση μιας μεγαλύτερης επιφάνειας σε έναν εισβολέα σε σχέση με ένα ιδιωτικό δίκτυο.



Κεντρική αρχή του σχεδιασμού των ασφαλών δικτύων είναι η υποστήριξη της απόρρητης πρόσβασης σε πόρους, η εξουσιοδοτημένη χρήση καθορισμένων δικαιωμάτων και προνομίων και η επικυρωμένη έγκριση από ένα αντικείμενο βασισμένο στην ταυτότητά του. Ως αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος, η εγκατάσταση ενός μηχανισμού διακρίβωσης ταυτότητας μπορεί να θεωρηθεί το κλειδί για την ασφαλή λήψη αποφάσεων οποτεδήποτε χρειάζεται ένα αντικείμενο ή μια οντότητα να αποδείξει την ιδιοκτησία σε πόρους ή το δικαίωμα χρήσης τους.

Οι υπηρεσίες που παρέχουν διαχείριση ψηφιακής ταυτότητας ως υπηρεσία, αποτελούσαν μέρος των συστημάτων υπερ-δικτύων. Η υπηρεσία περιοχών ονοματολογίας (Domain Name Service - DNS) μπορεί να εκτελείται σε ένα ιδιωτικό δίκτυο, αλλά βρίσκεται στη καρδιά του Διαδικτύου ως υπηρεσία που παρέχει διακρίβωση ταυτότητας. Οι εξυπηρετές ονοματολογίας που καλύπτουν τα διάφορα domains του Διαδικτύου (.COM, .ORG, .EDU, .MIL, .TV, .RU, κλπ) είναι εξυπηρετές IDaaS. Το DNS καθιερώνει την ταυτότητα ενός Domain καθώς εντάσσει σε αυτό ένα σύνολο καθορισμένων διευθύνσεων, που συνδέονται με έναν ιδιοκτήτη. Εάν ο προσδιορισμός είναι ο καθορισμένος αριθμός IP διευθύνσεων (IP address - Internet Protocol address), οι υπόλοιπες ιδιότητες είναι τα μετα-δεδομένα της.

Πολλές από τις υπηρεσίες οι οποίες εκτελούνται σ' ένα νέφος μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ως IDaaS. Εντούτοις, οι περισσότεροι εμπειρογνώμονες στον τομέα IDaaS, όταν καθορίζουν μια υπηρεσία ταυτότητας χρησιμοποιούν πιο αυστηρούς ορισμούς. Έτσι έχουμε ως αποτέλεσμα, η υπηρεσία να πρέπει να λειτουργήσει ως συστατικό σύμφωνα με τους κανόνες της υπηρεσιοστρεφούς αρχιτεκτονικής. Αυτός ο πιο αυστηρός ορισμός περιορίζει το IDaaS στις νεώτερες υπηρεσίες λογισμικού.

Γενικά μια ταυτότητα ορίζεται ως ένα σύνολο χαρακτηριστικών - γνωρισμάτων που καθιστούν κάτι αναγνωρίσιμο ή γνωστό. Στα συστήματα δικτύων υπολογιστών, αυτό το σύνολο αποτελεί η ψηφιακή ταυτότητα κάποιου ατόμου.

Η ψηφιακή ταυτότητα είναι οι ιδιότητες και τα μετα-δεδομένα ενός αντικειμένου μαζί με ένα σύνολο σχέσεων με άλλα αντικείμενα που το καθιστούν αναγνωρίσιμο. Αυτό δεν σημαίνει ότι όλα τα αντικείμενα είναι μοναδικά, αλλά εξ ορισμού μια ψηφιακή ταυτότητα πρέπει να είναι μοναδική, μέσω της ανάθεσης ενός μοναδικού γνωρίσματος.

Οι βάσεις δεδομένων αποθηκεύουν τις πληροφορίες και τις σχέσεις σε πίνακες, γραμμές και στήλες. Η ταυτότητα των πληροφοριών που αποθηκεύεται κατ' αυτό τον τρόπο είναι σύμφωνη με την έννοια μιας οντότητας και οι αρχιτέκτονες των βάσεων δεδομένων προσπαθούν πάντα να βρουν τον βέλτιστο τρόπο για τη μείωση του συνόλου των δεδομένων τους σε ένα βασικό σύνολο από ταυτότητες.

Όταν μία ταυτότητα ανήκει σε ένα πρόσωπο, μπορεί να περιλαμβάνει τα εξής:

- **Πράγματα που είμαστε:** Βιολογικά χαρακτηριστικά όπως η ηλικία, το φύλο, το γένος, η εμφάνιση, κ.τ.λ.
- **Πράγματα που γνωρίζουμε:** Βιογραφία, προσωπικά στοιχεία όπως οι αριθμοί ασφάλειας, τους προσωπικούς κωδικούς ασφάλειας - PINs, το μέρος που πήγαμε σχολείο, κ.τ.λ.
- **Πράγματα που έχουμε:** Τα δακτυλικά αποτυπώματα, ένα τραπεζικό λογαριασμό στον οποίο μπορούμε να έχουμε πρόσβαση, ένα κλειδί ασφάλειας που μας δόθηκε, αντικείμενα που κατέχουμε, κ.τ.λ.
- **Πράγματα που σχετιζόμαστε:** Η οικογένεια και οι φίλοι μας, μια άδεια λογισμικού, πεποιθήσεις και αξίες, δραστηριότητες, προσωπικές πεποιθήσεις και επιλογές, ένα λογαριασμό iGoogle, κ.τ.λ.



**Εικόνα 29: Ταυτότητα ως Υπηρεσία**

### 3.3.4.2 Συμμόρφωση ως υπηρεσία (Compliance as a Service - CaaS)

Σε ότι αφορά το υπολογιστικό νέφος, αυτό διαθέτει από τη φύση του διάφορες αρμοδιότητες. Οι νόμοι της χώρας στην οποία γίνεται η αίτηση μπορεί να διαφέρουν με τους νόμους της χώρας όπου το αίτημα υποβάλλεται σε επεξεργασία και είναι πιθανό να διαφέρουν και με τους νόμους της χώρας όπου η υπηρεσία παρέχεται.

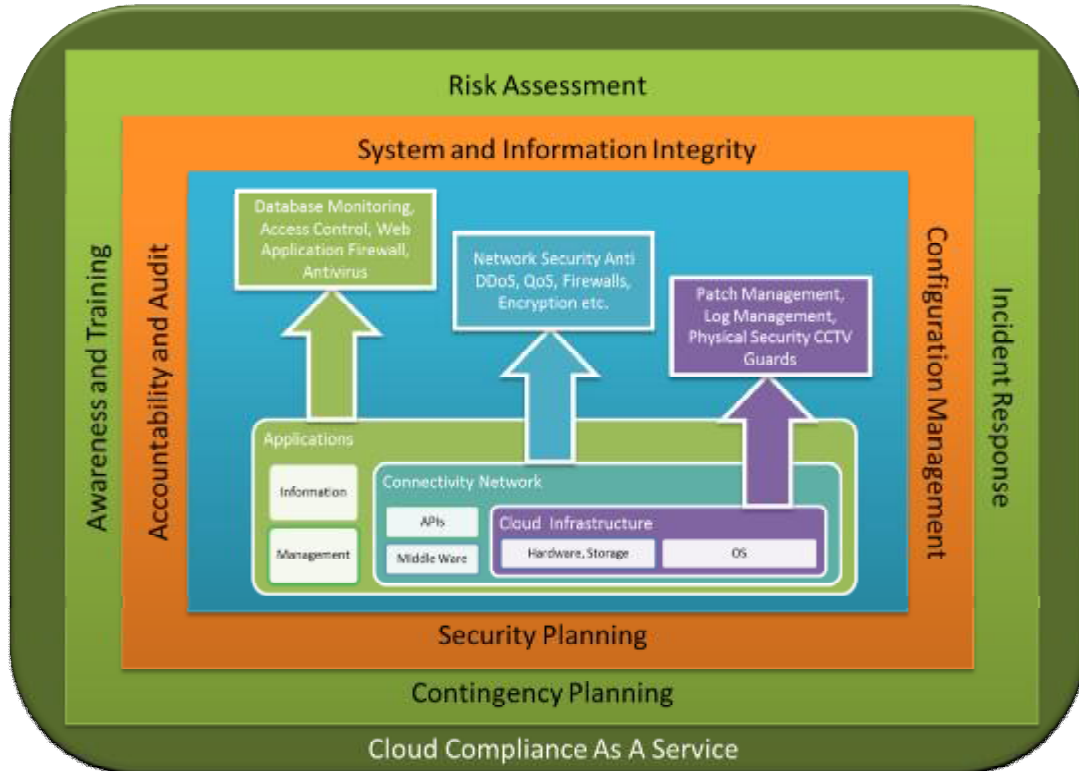
Η συμμόρφωση είναι κάτι πολύ περισσότερο από απλά μια παρεχόμενη υπηρεσία, έτσι ώστε κάποιος να μπορεί να έχει πρόσβαση σε έναν πόρο. Η συμμόρφωση είναι ένα σύνθετο ζήτημα το οποίο απαιτεί ιδιαίτερη πείρα.

Μια εφαρμογή Συμμόρφωσης ως Υπηρεσία (Compliance as a Service - CaaS) χρειάζεται για να διαδραματίσει τον ρόλο της τρίτης έμπιστης οντότητας. Τα CaaS πρέπει να δομηθούν σε μια Προσανατολισμένη στις Υπηρεσίες Αρχιτεκτονική (Service Oriented Architecture-SOA) προκειμένου να είναι έμπιστα.

Ένα CaaS πρέπει να παρέχει τα ακόλουθα:

- Να διαχειριστεί τις σχέσεις νέφους,
- Να καταλαβαίνει τις πολιτικές ασφάλειας και τις διαδικασίες,
- Να γνωρίζει πως να χειριστεί τις πληροφορίες και τη διαχείριση της ιδιωτικότητας,
- Να τηρεί αρχειοθέτηση,
- Να επιτρέπει στο σύστημα να υποβάλλονται ερωτήματα,
- Να μπορούν όλα τα επίπεδα να συμπεριληφθούν σε μία συμφωνία επιπέδου υπηρεσίας (Service Level Agreement).

Το CaaS μπορεί να αποτελέσει μια υπηρεσία μεγάλης προστιθέμενης αξίας για έναν οργανισμό. Προκειμένου να εφαρμοστεί το CaaS, μερικές επιχειρήσεις οργανώνονται σε μια δομή που συνήθως αναφέρεται ως "κάθετα νέφη", τα οποία είναι νέφη που ειδικεύονται στη κάθετη αγορά.



**Εικόνα 30: Συμμόρφωση ως υπηρεσία**

### 3.3.4.3 Υλικό ως υπηρεσία (Hardware as a Service - Haas)

Όσον αφορά το υλικό ως υπηρεσία (Haas - Hardware as a Service), αποτελεί μια διαφορετική μορφή υπηρεσίας η οποία είναι διαθέσιμη στους χρήστες. Η συγκεκριμένη υπηρεσία εν αντιθέσει με τις υπόλοιπες προσφέρει στον χρήστη το υλικό εκείνο, προκειμένου να έχει την δυνατότητα αποθήκευσης δεδομένων σε αυτό.

Επιπλέον, γίνεται γνωστό το ότι οι πόροι της συγκεκριμένης υπηρεσίας χρησιμοποιούν και το μοντέλο πολλαπλής μίσθωσης. Ακόμη, στην υπηρεσία αυτή ο χρήστης χρεώνεται ανάλογα με τους υπολογιστικούς πόρους που καταναλώνει. Οι πόροι αυτοί μπορεί να είναι ο εξοπλισμός του δικτύου, η μνήμη, ο χώρος αποθήκευσης, η ΚΜΕ κ.ά. Τέλος, παρέχεται στους χρήστες η συνδεσιμότητα με το διαδίκτυο, όπου τους επιτρέπεται να αποκτούν πρόσβαση στο υλικό από τις επιχειρήσεις τους, καθώς επίσης και ένα περιβάλλον εικονικών πλατφορμών.

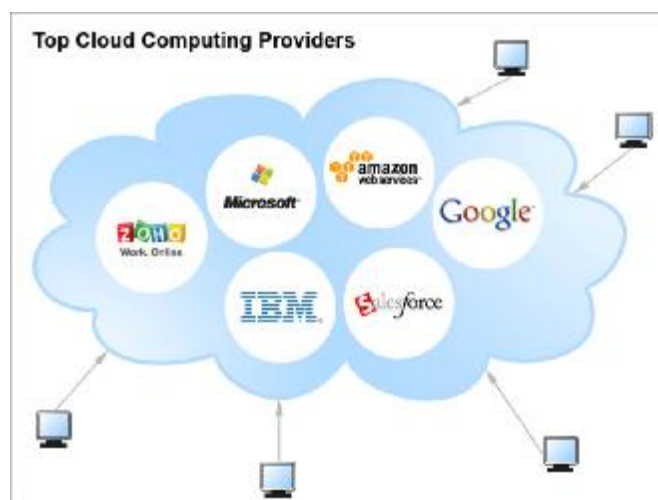


**Εικόνα 31: Υλικό ως Υπηρεσία**

## Κεφάλαιο 4: Πλατφόρμες για το υπολογιστικό νέφος

### 4.1 Κατηγορίες cloud computing και πάροχοι

Κάθε εφαρμογή απαιτεί ένα συγκεκριμένο υπολογιστικό μοντέλο, ένα μοντέλο για την αποθήκευση δεδομένων και, στην περίπτωση διαμοιρασμένων εφαρμογών, ένα μοντέλο επικοινωνίας. Στην περίπτωση του cloud computing, η χρήση εικονικών μηχανών (virtual machines) είναι απαραίτητη, καθώς οι διεργασίες διαχείρισης των υπολογιστικών πόρων που εκτελούνται στο νέφος, πρέπει να είναι κρυφές από τον χρήστη. Ένας τρόπος διαχωρισμού των utility computing προσφορών που υπάρχουν αυτή τη στιγμή θα ήταν με κριτήριο το πόσο ουσιαστικό έλεγχο δίνουν στον χρήστη όσον αφορά την διαχείριση των υπολογιστικών πόρων.



**Εικόνα 32: Πάροχοι Cloud Computing**

Σ' αυτή την περίπτωση πρώτο στη λίστα είναι το Amazon EC2 και Enomaly. Ένα στιγμιότυπο (instance) EC2 είναι όσο το δυνατόν πιο κοντά στο υλικό δίνοντας τη δυνατότητα στο χρήστη να ελέγχει ακόμα και τον πυρήνα του λειτουργικού που θα χρησιμοποιήσει. Το ορατό στον χρήστη API είναι ελάχιστο, περιλαμβάνοντας μόνο ορισμένες εντολές για την ρύθμιση του υλικού. Δεν υπάρχει όριο στις εφαρμογές που μπορεί να χρησιμοποιήσει ο χρήστης αλλά από την άλλη η Amazon δεν προσφέρει δυνατότητα για αυτόματη κλιμάκωση (auto-scaling) και επαναφορά σε περίπτωση ανεπιθύμητου τερματισμού της εφαρμογής, καθώς αυτές είναι δυνατότητες που εξαρτώνται από την εκάστοτε εφαρμογή.

Στο άλλο άκρο από το Amazon EC2 είναι τα Google AppEngine, Force.com, Rackspace Cloud, Engine Yard Cloud. Οι συγκεκριμένες πλατφόρμες δεν στοχεύουν σε γενικού τύπου εφαρμογές, αλλά είναι ιδανικές για Web εφαρμογές παρέχοντας δυνατότητες αυτόματης κλιμάκωσης. Ειδικά το Force.com έχει σχεδιαστεί ειδικά για εμπορικές εφαρμογές, οι οποίες χρησιμοποιούν τη βάση δεδομένων “salesforce.com” και τίποτα περαιτέρω.

Η ενδιάμεση λύση είναι το Microsoft Azure. Οι εφαρμογές του Azure στηρίζονται στις βιβλιοθήκες .NET , και γίνονται compile με τη βοήθεια του Common Language Runtime. Το σύστημα της Microsoft εξυπηρετεί εφαρμογές γενικού σκοπού, δίνοντας την δυνατότητα στους χρήστες να επιλέξουν την γλώσσα προγραμματισμού που θα χρησιμοποιήσουν αλλά όχι και το λειτουργικό σύστημα. Οι βιβλιοθήκες παρέχουν ως ένα βαθμό τη δυνατότητα για αυτόματη κλιμάκωση και αυτόματη ρύθμιση του δικτύου, κατόπιν κάποιων ρυθμίσεων που θα πραγματοποιηθούν από τη μεριά του χρήστη.

Παρά τον διαχωρισμό που παρατηρείται, δεν μπορεί κάποιος να ισχυριστεί ότι μια πλατφόρμα είναι καλύτερη από μια άλλη. Ισχύει αναλογικά ότι ισχύει και στις γλώσσες προγραμματισμού και τα πλαίσια εργασίας (frameworks). Οι γλώσσες χαμηλού επιπέδου όπως η C και η Assembly επιτρέπουν τον πλήρη έλεγχο του διαθέσιμου υλικού, αλλά αν κάποιος επιθυμεί να γράψει μια εφαρμογή Web, η διαχείριση των sockets και των αιτημάτων (requests) είναι δύσκολη ακόμα και με χρήση έτοιμων βιβλιοθηκών. Από την άλλη, τα πλαίσια εργασίας υψηλού επιπέδου όπως είναι για παράδειγμα, το Ruby on Rails, δεν απαιτούν από τον προγραμματιστή να ασχοληθεί καθόλου με τη διαχείριση των αιτημάτων, αλλά σε περίπτωση που η εφαρμογή δεν είναι απόλυτα συμβατή με το πλαίσιο εργασίας, ο προγραμματισμός μπορεί να γίνει αρκετά πολύπλοκος. Κανένας προγραμματιστής του πλαισίου εργασίας Ruby on Rails δεν θα αρνούταν την υπεροχή της C σε συγκεκριμένες περιπτώσεις καθώς και το αντίστροφο. Με τον ίδιο τρόπο και στην περίπτωσή μας, διαφορετικές εφαρμογές θα απαιτήσουν και διαφορετικές πλατφόρμες utility computing.

Σ’ αυτό το σημείο τίθεται το ερώτημα του κατά πόσον συμφέρει μία επιχείρηση να συνεργαστεί με έναν cloud πάροχο. Από την μία πλευρά είναι δελεαστική η υπερπροσφορά δυνατοτήτων διαχείρισης των δεδομένων πέρα από το τυπικό μοντέλο αποθήκευσης - επεξεργασίας - διακίνησης, με τόσο λογικό κόστος, που θα

μπορούσε να παραμερίσει τυχόν αμφιβολίες για την αποδοτικότητα μια τέτοιας επένδυσης. Οι παροχείς υπηρεσιών cloud computing, αναπροσαρμόζουν διαρκώς τις προσφερόμενες υπηρεσίες στον παλμό της αγοράς με γνώμονα τόσο την χρηστικότητα μιας τέτοιας επένδυσης όσο και την ικανοποίηση των πελατών από την πλευρά της ποιότητας των υπηρεσιών.

Από την άλλη πλευρά όμως, εγείρονται σοβαρές επιφυλάξεις και κριτική για το κατά πόσο υπάρχουν πραγματικά αυτές οι ανάγκες προς κάλυψη. Ύστερα, αν υπάρχουν αυτές οι ανάγκες, κατά πόσο καλύπτονται ουσιαστικά ή εάν απλά πρόκειται για ένα παιχνίδι μάρκετινγκ την εποχή που το κόστος εσωτερικής κάλυψης των απαιτήσεων δεν είναι απαγορευτικό.

Επίσης, μεγάλη συζήτηση γίνεται για το μέρος στο οποίο μένει τελικά η ουσιαστική κυριότητα των δεδομένων. Ακόμα τίθεται το ερώτημα του αν αξίζει μια επιχείρηση να αφήσει τόσες πολλές κρίσιμες παραμέτρους όπως η ασφάλεια, η ιδιωτικότητα των δεδομένων και η εξάρτηση από την διαθεσιμότητα του παροχέα έξω από την σφαίρα επιρροής και διαχείρισης.

Διαφαίνεται ότι το cloud computing είναι πρακτικό για όλους, αλλά όχι και για τα πάντα. Μπορεί να δώσει εύκολες, γρήγορες και οικονομικές λύσεις σε τόσο μικρές ανάγκες κι απαιτήσεις αλλά ταυτόχρονα και σε πολύ αυξημένες. Επιπρόσθετα, θέλει προσεκτικό σχεδιασμό και μελέτη η επιλογή των υπηρεσιών μιας επιχείρησης που θα τρέχουν (άρα και θα εξαρτάται η επιχείρηση από αυτό) στο σύννεφο.

Επικεντρώνοντας στις 3 μεγάλες πλατφόρμες utility computing (Amazon Web Services, Microsoft Azure, Google AppEngine), παρουσιάζονται αναλυτικά στοιχεία για τις δυνατότητές τους στον παρακάτω πίνακα:



	Amazon Web Services	Microsoft Azure	Google AppEngine
Υπολογιστικό μοντέλο(VM)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• κβθ Αρχιτεκτονική με χρήση Xen VM</li> <li>• Η ελαστικότητα στους υπολογιστικούς πόρους επιτρέπει scalability, την οποία όμως πρέπει να υλοποιήσει ο χρήστης ή να την εδασφαλίσει μέσω κάποιου μεσάζοντα(π.χ Rightscale)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Microsoft Common Language Runtime (CLR) VM</li> <li>• Οι VM παρέχονται ανάλογα τις προδιαγραφές που έχει θέσει ο χρήστης. Δίνεται η δυνατότητα για automatic load balancing.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Προκαθορισμένο framework και δομή εφαρμογής: όλα τα εργαλεία του προγραμματιστή ή γραμμένα σε Python.</li> <li>• Αυτόματο scale up και scale down των υπολογιστικών πόρων και των πόρων αποθήκευσης</li> </ul>
Μοντέλο Αποθήκευσης	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ποικίλει από block store(EBS) σε επαυξημένο key/blob store(SimpleDB)</li> <li>• Το automatic scaling ποικίλει από καθόλου scaling ή διαμοίραση(EBS) ως πλήρως αυτόματα (SimpleDB,S3), ανάλογα ποιο μοντέλο χρησιμοποιείται</li> <li>• Εγγυήσεις για την συνοχή των δεδομένων ποικίλλουν πολύ ανάλογα το μοντέλο που χρησιμοποιείται</li> <li>• Τα API ποικίλουν από ευρέως χρησιμοποιούμενα (EBS) ως πιο ειδικά</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SQL Data Services</li> <li>• Azure Storage Service</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MegaStore/BigTable</li> </ul>
Μοντέλο	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Δημοσιοποίηση της IP τοπολογίας. Οι</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Αυτόματο ανάλογα την</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Σταθερή τοπολογία για</li> </ul>
Δικτύου	<p>λεπτομέρειες αποκρύβονται από τον χρήστη.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Η ύπαρξη security groups μας δίνει την δυνατότητα να ελέγχουμε ποιο κόμβοι μπορούν να επικοινωνούν</li> <li>• Οι Availability Zones μας δίνουν τη δυνατότητα απομόνωσης πιθανών βλαβών του δικτύου</li> <li>• Οι ελαστικότητα στις IP διευθύνσεις</li> </ul>	<p>περιγραφή των components της εφαρμογής</p>	<p>να στηρίζει τη δομή των Web εφαρμογών</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Το scale up ή scale down είναι αυτόματο και κρυμμένο από τον προγραμματιστή ή</li> </ul>

**Εικόνα 33: Στοιχεία 3 μεγαλύτερων πλατφόρμων Utility Computing**

## 4.2 Azure Platform

Το Windows Azure Platform αποτελεί την PaaS υπηρεσία της Microsoft στο χώρο του cloud computing. Η πρώτη έκδοση ανακοινώθηκε τον Οκτώβριο του 2008 υπό τη μορφή Community Technology Preview (CTP), ωστόσο έγινε εμπορικά διαθέσιμο τον Φεβρουάριο του 2010. Ο βασικότερος ανταγωνιστής του Windows Azure Platform είναι το Elastic Compute Cloud (EC2), αν και πρόκειται για IaaS υπηρεσία. Το EC2 διαχειρίζεται το cloud της Amazon, η οποία αυτή τη στιγμή κατέχει το μεγαλύτερο μερίδιο της αγοράς στις υπηρεσίες cloud computing. Ωστόσο, έχοντας ήδη δύο χρόνια ομαλής λειτουργίας στο ενεργητικό του, το Windows Azure Platform αποτελεί πλέον αξιόπιστη λύση, και αποκτά ολοένα μεγαλύτερο μερίδιο της αγοράς. Το Windows Azure Platform περιλαμβάνει:

- Windows Azure: Είναι το λειτουργικό σύστημα που προσφέρει το περιβάλλον ανάπτυξης, εκτέλεσης και ελέγχου για το Windows Azure Platform. Αναλαμβάνει το διαμοιρασμό του φορτίου, καθώς και τη διαχείριση του κύκλου ζωής μίας υπηρεσίας, σύμφωνα με τις προδιαγραφές που έχει θέση ο ιδιοκτήτης της υπηρεσίας.
- Windows Azure Compute
- Windows Azure Storage
- Microsoft SQL Azure: Προσφέρει κατανεμημένες υπηρεσίες δεδομένων, ως μία έκδοση σχεσιακής βάσης δεδομένων. Βασίζεται στον Microsoft SQL Server.
- Πύλη Διαχείρισης (Management Portal): Διαδικτυακή εφαρμογή για τη δημιουργία, διαχείριση και παρακολούθηση των υπηρεσιών του Windows Azure.
- Εργαλεία ανάπτυξης λογισμικού: Προσφέρονται εργαλεία ανάπτυξης λογισμικού (SDKs) για προγραμματιστές, καθώς και υπηρεσίες οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν μεμονωμένα ή σε συνεργασία.

## 4.2.1 Windows Azure Compute

Παρέχει υπηρεσίες φιλοξενίας εφαρμογών στο σύννεφο του Azure, με δυνατότητες κλιμάκωσης. Μία υπηρεσία Windows Azure Compute απαρτίζεται από έναν ή περισσότερους ρόλους, ενώ κάθε ρόλος εκτελείται σε μία ή περισσότερες εικονικές μηχανές. Στο Windows Azure Management Portal αυτές οι εικονικές μηχανές εμφανίζονται ως instances, όνομα που υποδηλώνει ότι μεταξύ τους, είναι πανομοιότυπες.

Μία απλοποιημένη προσέγγιση των ρόλων και των instances είναι η εξής: ο ρόλος αναφέρεται σε μία συγκεκριμένη εφαρμογή, ενώ τα instances είναι οι εικονικές μηχανές που εκτελούν αυτήν την εφαρμογή.

Σε παρακάτω εικόνα φαίνεται τμήμα του Windows Azure Management Portal. Παρατίθεται επειδή βοηθάει στην κατανόηση της ιεραρχίας των στοιχείων, μέσα σε ένα Windows Azure Platform Subscription. Ιδιαίτερη σημασία έχει η στήλη Type, που προσδιορίζει τον τύπο του στοιχείου.

Στο Windows Azure Platform υποστηρίζονται οι ακόλουθοι τύποι ρόλων:

- Ρόλοι διαδικτύου (Web Roles)
- Είναι προσαρμοσμένοι για προγραμματισμό εφαρμογών διαδικτύου, καθώς φιλοξενούνται σε Internet Information Services 7 (IIS7). Αυτό σημαίνει ότι υποστηρίζονται όλες οι εφαρμογές που μπορούν να εκτελεστούν σε περιβάλλον IIS 7, συμπεριλαμβανομένων των PHP, Java, όπως φυσικά και οι ASP, ASP.NET εφαρμογές. Ρόλοι εργάτες (Worker Roles). Προορίζονται για γενική χρήση και μπορούν να εκτελούνται στο παρασκήνιο, πιθανότατα για να εξάγουν αποτελέσματα σε κάποιο ρόλο διαδικτύου. Υποστηρίζονται οι εφαρμογές που τρέχουν σε περιβάλλον Windows, συμπεριλαμβανομένων των τεχνολογιών που δεν ανήκουν στην Microsoft.
- Ρόλοι εικονικών μηχανών (VM Roles). Οι ρόλοι εικονικών μηχανών παρέχουν την δυνατότητα στο χρήστη της πλατφόρμας, να προσδιορίσει επακριβώς το image που θα χρησιμοποιηθεί από τα instances του ρόλου. Δυστυχώς όμως, τα λειτουργικά συστήματα που υποστηρίζονται αυτή τη στιγμή, είναι μόνο το Windows Server 2008 R2, στις εκδόσεις Enterprise και Standard.

## 4.2.2 Windows Azure Storage

Παρέχει υπηρεσίες ανθεκτικής (persistent) αποθήκευσης δεδομένων στο σύννεφο του Azure. Ένα Windows Azure Subscription μπορεί να περιέχει έως πέντε Windows Azure Storage Accounts (περιορισμός που αίρεται κατόπιν συνεννόησης), ενώ κάθε Account μπορεί να περιέχει απεριόριστο αριθμό αποθηκευμένων αντικειμένων. Κάθε αντικείμενο στο Windows Azure Storage αποθηκεύεται σε τρία αντίτυπα, έτσι ώστε να διασφαλίζεται η διαθεσιμότητά του, η ακεραιότητά του και το load balancing. Στην περίπτωση που κάποιο αντικείμενο έχει ιδιαίτερα υψηλά επίπεδα ζήτησης, ο fabric controller φροντίζει να εναποθέσει το αντικείμενο σε ακόμα περισσότερα αντίτυπα για να βελτιώσει την απόδοση του load balancer.

Το Windows Azure Storage παρέχει 4 τύπους αποθήκευσης αντικειμένων:

- Αποθήκευση μεγάλων αντικειμένων σε δυαδική μορφή (Blob storage). Ενδείκνυνται για αποθήκευση μεγάλων αρχείων, όπως video, audio, images. Πρόκειται για αντικείμενα σε δυαδική μορφή, συνοδευόμενα από metadata, όπως για παράδειγμα το πεδίο τελευταίας τροποποίησης (last modified). Οργανώνονται σε containers, κάτι σαν τους γνωστούς φακέλους, με τη διαφορά ότι ένα container δε μπορεί να περιέχεται σε ένα άλλο container. Υποστηρίζονται δύο τύποι blob, τα Block blobs, που είναι βελτιστοποιημένα για streaming, και τα Page blobs, που είναι βελτιστοποιημένα για τυχαία ανάγνωση και εγγραφή.
- Αποθήκευση ουρών (Queue storage). Χρησιμοποιούνται κυρίως στην αποθήκευση μηνυμάτων μεταξύ εφαρμογών, ή υπηρεσιών. Μία ουρά μπορεί να περιέχει απεριόριστο αριθμό μηνυμάτων, το κάθε ένα από τα οποία μπορεί να είναι έως 64KB σε μέγεθος. Τα μηνύματα τυπικά προστίθενται στο τέλος της ουράς και ανακτούνται από την αρχή, ωστόσο η FIFO συμπεριφορά δε μπορεί να εγγυηθεί.
- Αποθήκευση πινάκων (Table storage). Το Table storage χρησιμοποιείται κυρίως από εφαρμογές που χρειάζεται να αποθηκεύουν μεγάλο όγκο δεδομένων με συγκεκριμένη δομή. Αν και εξυπηρετούν αυτήν την ανάγκη, τα Windows Azure Storage Tables, δεν παρέχουν κάποιο μηχανισμό συσχέτισης μεταξύ των περιεχομένων τους. Διευκρινίζεται επομένως, ότι η το Windows Azure Storage δεν είναι σχεσιακό. Για τις ανάγκες σχεσιακού αποθηκευτικού

μέσου παρέχεται η υπηρεσία Microsoft SQL Azure που περιγράφεται στη συνέχεια.

Η πρόσβαση στο Windows Azure Storage γίνεται με REST (Representational State Transfer), προκειμένου να υποστηρίζεται από ένα ευρύ φάσμα τεχνολογιών. Για την περαιτέρω διευκόλυνση των προγραμματιστών, παρέχονται APIs για asp.net, PHP, Java και άλλα. Για τα blobs, παρέχεται συγκεκριμένο end-point που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την άμεση πρόσβαση των αντικειμένων. Για παράδειγμα το endpoint για ένα blob έχει την ακόλουθη μορφή:

**Error! Hyperlink reference not valid.**

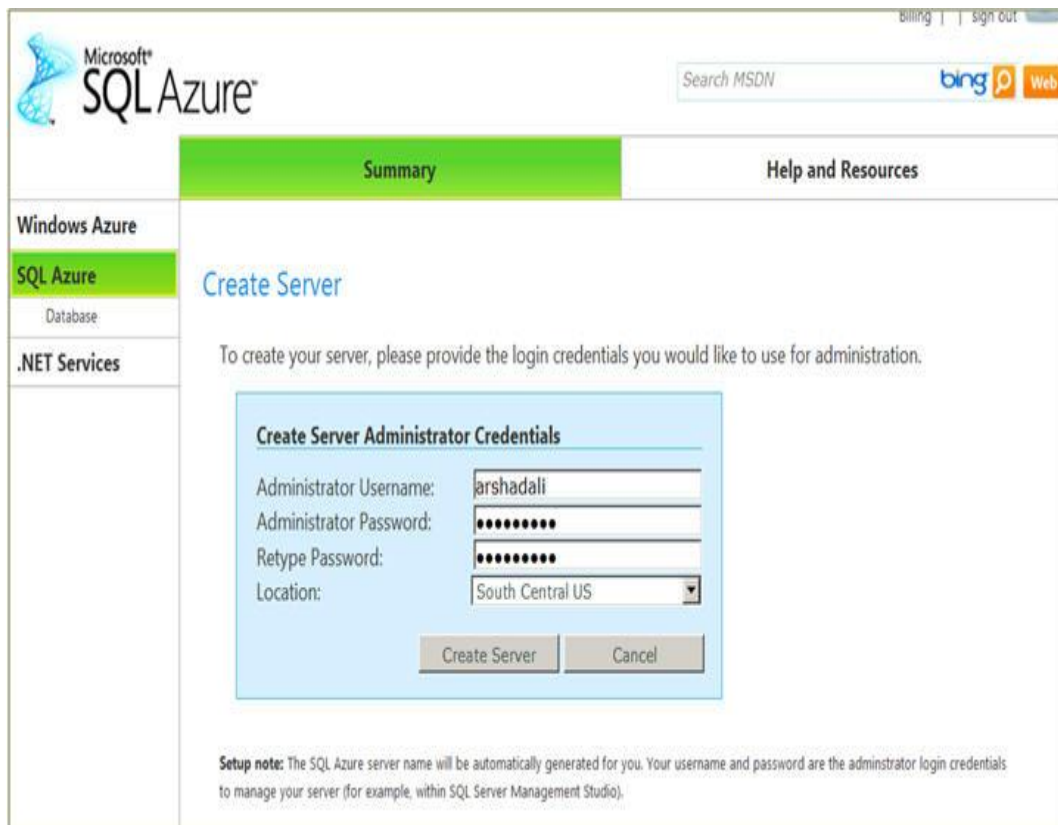
Για λόγους ασφαλείας, η πρόσβαση στα αντικείμενα του Windows Azure Storage, απαιτεί ένα ειδικό κλειδί (SAK Secret Access Key), όπως αυτό ορίζεται στο εκάστοτε Storage Account. Για υψηλότερη ασφάλεια, συνίσταται η χρήση HTTPS, προκειμένου να μην διαρρεύσει το κλειδί σε περίπτωση υποκλοπής από το καλώδιο.

Ένα blob μπορεί επίσης να είναι δημόσιο. Αυτό μπορεί να γίνει ορίζοντας τον container του ως public. Σε αυτήν την περίπτωση το παραπάνω URI αρκεί για την πρόσβαση blob.

### 4.2.3 Windows SQL Azure

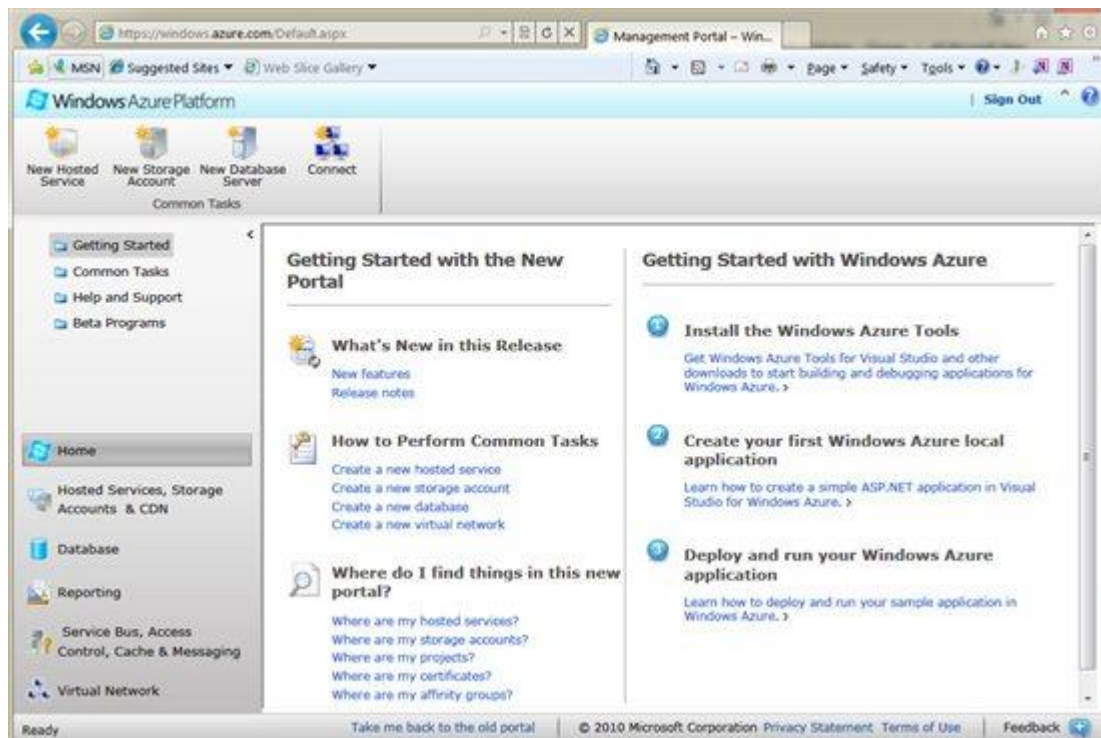
Παρέχει υπηρεσίες που σχετίζονται με σχεσιακές βάσεις δεδομένων. Οι υπηρεσίες αυτές είναι οι ακόλουθες:

- SQL Azure Database: Εφοδιάζει τους προγραμματιστές με τη δυνατότητα αποθήκευσης σχεσιακών βάσεων δεδομένων στο cloud.
- SQL Azure Reporting: Προσφέρει υπηρεσίες αναφορών για τα δεδομένα στο SQL Azure Database, όπως για παράδειγμα τη δημιουργία εικονικών αναπαραστάσεων ή αναφορών υπό τη μορφή πίνακα.
- SQL Azure Sync: Προσφέρει υπηρεσίες αμφίδρομου συγχρονισμού μεταξύ βάσεων δεδομένων.



**Εικόνα 34: SQL Azure**

Πρόκειται για επέκταση του Windows Azure Management Portal και προσφέρει πολλές δυνατότητες διαχείρισης βάσεων δεδομένων, αλλά και δυνατότητες αναφορών. Για παράδειγμα παρέχει τη δυνατότητα στο χρήστη να δει γραφική απεικόνιση του ποσοστού χρήσης των CPU, τα μεγέθη των βάσεων δεδομένων, ακόμα και το χρόνο απόκρισης για κάθε ερώτημα που εκτελέστηκε ξεχωριστά.



**Εικόνα 35: SQL Azure Management Portal**

Τέλος, στην επιλογή Design παρέχει εργαλεία σχεδίασης βάσεων δεδομένων, καθιστώντας το Microsoft SQL Azure πραγματική υπηρεσία.

Παράλληλα με το Windows Azure Management Portal μπορεί να χρησιμοποιηθεί το γνωστό Microsoft SQL Server Management Studio. Ωστόσο, κάποια από τα χαρακτηριστικά του δεν υποστηρίζονται, όπως για παράδειγμα το IntelliSense. Η συμβατότητα του Management Studio με το SQL Azure περιορίζεται στην έκδοση Microsoft SQL Server 2008 R2 Management Studio, ενώ βελτιώθηκε σημαντικά με το τελευταίο Service Pack.

Το μόνο που χρειάζεται κάποιος, για να ξεκινήσει να χρησιμοποιεί την πλατφόρμα, είναι μία *συνδρομή* (subscription). Η συνδρομή από μόνη της δεν συνεπάγεται κάποια χρέωση και η δημιουργία της προϋποθέτει μόνο κάποια προσωπικά στοιχεία και μία έγκυρη πιστωτική κάρτα για τις πληρωμές. Αμέσως μετά τη δημιουργία της συνδρομής, η *πύλη διαχείρισης* (management portal) είναι διαθέσιμη για χρήση.

Πρόκειται ουσιαστικά, για μία Silverlight διαδικτυακή εφαρμογή. Η εφαρμογή αυτή αποτελεί μία διεπαφή, που επιτρέπει ένα σύνολο από ενέργειες, ενώ

παράλληλα έχει εποπτικό και βοηθητικό χαρακτήρα. Βασικός σκοπός της, είναι να απλοποιήσει ακόμα περισσότερο τη χρήση των υπηρεσιών του Windows Azure.

Θα μπορούσε να την φανταστεί κανείς σαν μία εφαρμογή Microsoft Office, όπως για παράδειγμα την εφαρμογή Word. Διαφέρουν ωστόσο, στο ότι δεν τρέχει στον υπολογιστή του χρήστη, αλλά στο cloud. Επίσης, δεν χειρίζεται αρχεία κειμένου, αλλά το ίδιο το Windows Azure.

Για να δεσμευτούν υπολογιστικοί πόροι στο Azure, χρειάζεται φυσικά μία συνδρομή. Κάθε συνδρομή μπορεί να περιλαμβάνει έως έξι *υπηρεσίες* (services), οι οποίες αποτελούν ουσιαστικά τις SAAS υπηρεσίες που θα προσφέρονται στους τελικούς χρήστες. Κάθε υπηρεσία περιλαμβάνει τα εξής:

- Όνομα υπηρεσίας: Είναι ένα φιλικό όνομα για να διαχωρίζονται οι υπηρεσίες της συνδρομής.
- FQDN (Fully Qualified Domain Name)

Για κάθε υπηρεσία ορίζεται ένα subdomain στο domain cloudapp.net. Για το subdomain χρησιμοποιείται ένα όνομα, το οποίο θα πρέπει να είναι μοναδικό, δηλαδή να μην χρησιμοποιείται από άλλη υπηρεσία στο Azure. Επομένως το FQDN θα είναι της μορφής: {όνομα}.cloudapp.net

- Τοποθεσία ή *Ομάδα συγγένειας* (affinity group)

Η τοποθεσία προσδιορίζει το data center που θα χρησιμοποιηθεί για την υπηρεσία. Εναλλακτικά μπορεί να οριστεί ομάδα συγγένειας, η οποία υποδηλώνει ότι η υπηρεσία συνεργάζεται άμεσα με τις υπόλοιπες συγγενικές υπηρεσίες, δηλαδή αυτές που συμπεριλαμβάνονται στην ομάδα. Χρησιμοποιείται από το Azure προκειμένου να τοποθετήσει τις υπηρεσίες όχι μόνο στο ίδιο data center, αλλά πιθανότατα και στο ίδιο ΙΤΡΑC, βελτιώνοντας σημαντικά την απόδοσή τους.

- *Πιστοποιητικά* (Certificates)

Προαιρετικά, για κάθε υπηρεσία παρέχονται πιστοποιητικά τύπου X.509. Αυτά τα πιστοποιητικά επιτρέπουν την ασφαλή επικοινωνία με την υπηρεσία. Ένα παράδειγμα είναι η σύνδεση σε κάποια από τις εικονικές μηχανές της υπηρεσίας μέσω Remote Desktop.



- *Εγκαταστάσεις (Deployments)*

Οι εγκαταστάσεις περιέχουν τους ρόλους της υπηρεσίας. Μία υπηρεσία μπορεί να αποτελείται από έναν μέχρι πέντε ρόλους. Υποστηρίζεται οποιοσδήποτε συνδυασμός των τριών τύπων ρόλου που εξηγήθηκαν παραπάνω.

Μία υπηρεσία μπορεί να έχει από καμία έως δύο εγκαταστάσεις. Συγκεκριμένα, υποστηρίζεται μία εγκατάσταση για κάθε περιβάλλον λειτουργίας (environment). Τα περιβάλλοντα λειτουργίας είναι το παραγωγής (production) και σκηνοθέτησης (staging). Στο production environment αντιστοιχείται το FQDN που επιλέχθηκε από τον ιδιοκτήτη της υπηρεσίας ενώ στο staging environment αντιστοιχείται ένα τυχαίο, προσωρινό FQDN.

Ο διαχωρισμός των υπηρεσιών σε περιβάλλοντα, εξυπηρετεί δύο σκοπούς. Ο ένας είναι ο εκμηδενισμός του λεγόμενου downtime, κατά τη διαδικασία αναβάθμισης της υπηρεσίας, δηλαδή του χρόνου κατά τον οποίο η υπηρεσία βρίσκεται σε κατάσταση συντήρησης και επομένως δεν είναι προσβάσιμη. Ο δεύτερος είναι το να παρέχει τη δυνατότητα δοκιμής της αναβαθμισμένης υπηρεσίας, πριν δημοσιευτεί στο κανονικό domain που χρησιμοποιούν οι χρήστες.

- *Αρχείο ρυθμίσεων (configuration file)*

Αυτό το αρχείο έχει κατάληξη .cscfg, είναι τύπου XML και περιέχει τις ρυθμίσεις της υπηρεσίας. Σημαντικό χαρακτηριστικό του αρχείου ρυθμίσεων είναι ότι προσφέρεται για επεξεργασία καθώς η υπηρεσία τρέχει στο Azure[5].

- *Αρχείο πακέτου (package file)*

Πρόκειται ουσιαστικά για ένα αρχείο zip, με τη διαφορά ότι χρησιμοποιεί την κατάληξη .cspkg. Το αρχείο πακέτου περιλαμβάνει μεταξύ άλλων το solution σε κρυπτογραφημένη μορφή.

## **4.3 Εφαρμογές Cloud Computing της Amazon.com**

### **4.3.1 Amazon EC2 (Elastic Compute Cloud)**

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

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

#### **4.3.1.1 Λειτουργικότητα του Amazon EC2**

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

- Να επιλέξει μία προ-ρυθμισμένη εικόνα για να ιδρυθεί και να λειτουργήσει αμέσως ή να δημιουργήσει ένα Amazon Machine Image (AMI) που θα περιέχει τις εφαρμογές, τις βιβλιοθήκες, τα δεδομένα, καθώς και συναφείς ρυθμίσεις της.

- Να ρυθμίσει την ασφάλεια και την πρόσβαση στο δίκτυο για τα instances του Amazon EC2.

- Να επιλέξει ποιο τύπο εικονικής μηχανής και ποιο λειτουργικό σύστημα επιθυμεί, στη συνέχεια, να ξεκινήσει και να παρακολουθεί όσα instances της AMI της χρειάζεται, χρησιμοποιώντας τις υπηρεσίες API ή μια ποικιλία διοικητικών εργαλείων που παρέχονται.

- Να προσδιορίσει αν θέλει να εκτελούνται οι διαδικασίες της σε διάφορες τοποθεσίες, χρησιμοποιώντας στατικά IP ή τα instances της να λειτουργούν σε μία συγκεκριμένη τοποθεσία.

- Να πληρώνει μόνο για τους πόρους που πραγματικά καταναλώνει, όπως τις ώρες χρήσης των instances ή των όγκο μεταφοράς δεδομένων.

#### 4.3.1.2 Σημαντικά στοιχεία υπηρεσίας

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

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

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

**Σχεδίαση για χρήση με άλλες Amazon Web Services:** Το Amazon EC2 λειτουργεί σε συνδυασμό με την απλή Amazon Storage Service (Amazon S3), την Υπηρεσία Σχεσιακής Βάσης Δεδομένων της Amazon.com (Amazon RDS), την Amazon SimpleDB και την Amazon Simple Queue Service (Amazon SQS) ώστε να παρέχει μια ολοκληρωμένη λύση για υπολογιστικές υπηρεσίες, επεξεργασία διαδικασιών και την αποθήκευση αυτών σε ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών.

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

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

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

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

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

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

#### 4.3.1.3 Χαρακτηριστικά

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

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

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

**Ελαστικές IP Διευθύνσεις:** Οι ελαστικές διευθύνσεις IP είναι στατικές διευθύνσεις IP σχεδιασμένα για δυναμικό Cloud Computing. Μια ελαστική διεύθυνση IP συνδέεται με το λογαριασμό του χρήστη, όχι όμως με κάποιο συγκεκριμένο instance, και ο χρήστης έχει τον έλεγχο. Αντίθετα από τις

παραδοσιακές στατικές διευθύνσεις IP, οι ελαστικές διευθύνσεις IP επιτρέπουν μια ευελιξία σε περίπτωση προβλήματος με κάποια instances. Αντίο χρήστης να περιμένει για έναν τεχνικό να αναδιαμορφώσει τα δεδομένα ή να αντικαταστήσει τον host του, το Amazon EC2 δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να λειτουργήσει γύρω από το συγκεκριμένο instance και να επαναχαρτογραφήσει την ελαστική διεύθυνση IP σε περίπτωση αντικατάστασης.

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

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

**Η αυτόματη επέκταση:** Η αυτόματη επέκταση επιτρέπει στην επιχείρηση να επεκτείνει αυτόματα τη δυναμικότητα του Amazon EC2 προς τα πάνω ή προς τα κάτω ανάλογα με τις συνθήκες που η ίδια έχει ορίσει. Με την αυτόματη επέκταση η επιχείρηση μπορεί να εξασφαλίσει ότι ο αριθμός των instances του Amazon EC2 που χρησιμοποιεί αυξάνεται ομαλά κατά τη διάρκεια αιχμής της ζήτησης για τη διατήρηση των επιδόσεων της σταθερών, και μειώνεται αυτόματα κατά τη διάρκεια της χαμηλής ζήτησης για την ελαχιστοποίηση του κόστους. Η αυτόματη επέκταση είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για εφαρμογές που υφίστανται ωριαία, ημερήσια ή εβδομαδιαία διακύμανση στη χρήση.

**Ελαστική εξισορρόπηση φορτίου:** Η ελαστική εξισορρόπηση φορτίου αυτόματα διανέμει την εισερχόμενη κίνηση εφαρμογών σε πολλά instances του

Amazon EC2, επιτρέποντας έτσι να επιτευχθεί ακόμη μεγαλύτερη ανοχή σε σφάλματα αιτήσεων δυναμικότητας, παρέχοντας μια αδιάλειπτη υποστήριξη στην εκάστοτε ζήτηση. Μια επιπλέον λειτουργία είναι ότι εντοπίζει τα ελαττωματικά instances και κατευθύνει την κίνηση των εφαρμογών στα υγιή του συνόλου, ενώ μπορεί να ενεργοποιηθεί εντός μιας ζώνης διαθεσιμότητας ή εντός πολλαπλών ζωνών.

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

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

### 4.3.2 Amazon S3 (Simple Storage Service)

Το Amazon S3 είναι λειτουργία αποθήκευσης στο διαδίκτυο και είναι σχεδιασμένο να κάνει την επέκταση των υπολογιστικών πόρων στον ιστό πιο εύκολη. Παρέχει μια απλή ηλεκτρονική υπηρεσία με μορφή ενός εύχρηστου περιβάλλοντος που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για αποθήκευση και ανάκτηση οποιασδήποτε ποσότητας δεδομένων, οποιαδήποτε στιγμή, από οποιοδήποτε σημείο του διαδικτύου. Δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να έχει πρόσβαση σε δομές εξίσου επεκτάσιμες, αξιόπιστες, ασφαλείς, γρήγορες και φθηνές με αυτές που χρησιμοποιεί η ίδια η Amazon.com για να «τρέχει» το διεθνές δίκτυο της.

#### 4.3.2.1 Λειτουργικότητα του Amazon S3

Το Amazon S3 είναι διεθνώς δομημένο με τα εξής χαρακτηριστικά:

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

#### 4.3.2.2 Συνήθεις περιπτώσεις χρήσης

**Αποθήκευση περιεχομένου και διανομή:** Το Amazon S3 παρέχει αποθηκευτικό χώρο, ιδιαίτερα ευέλικτο και διαρκώς διαθέσιμο για μεγάλο φάσμα περιεχομένου που εκτείνεται από διαδικτυακές εφαρμογές μέχρι αρχεία πολυμέσων. Επιτρέπει στην επιχείρηση να «ξεφορτώσει» όλη την αποθηκευτική δομή της στο Νέφος, όπου μπορεί να κάνει χρήση των πλεονεκτημάτων της επεκτασιμότητας και



της ωριαίας τιμολόγησης, διαχειρίζοντας έτσι επιτυχώς τις διαρκώς αυξανόμενες ανάγκες της. Η επιχείρηση έχει τη δυνατότητα να διανέμει το περιεχόμενο απευθείας από το Amazon S3 ή να το χρησιμοποιήσει για να προωθήσει το περιεχόμενο αρχείων σε άλλες τοποθεσίες. Η Amazon.com έχει προμηθεύσει το S3 με το RRS (Reduced Redundancy Storage -Μειωμένη Αποθήκευση για Πλεονάζοντα Αρχεία), ένα στοιχείο που λειτουργεί ως μια ιδιαίτερα ανταγωνιστική λύση για λειτουργίες αποθήκευσης, καθώς διατηρεί πολύ χαμηλό κόστος για αποθήκευση και διαμοίραση πληροφοριών.

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

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

#### **4.4. Google App Engine**

Το Google App Engine (GAE) είναι μια πλατφόρμα ως υπηρεσία (Platform as a Service PaaS) cloud-based υπηρεσία web hosting στις Υποδομή της Google. Η παρακάτω εικόνα δείχνει την αρχική σελίδα του GAE στο <http://code.google.com/intl/en/appengine/>. Η υπηρεσία αυτή επιτρέπει στους προγραμματιστές να αναπτύσσουν και να εγκαθιστούν Web εφαρμογές και η Google να διαχειρίζεται όλες τις ανάγκες σε υποδομές, όπως παρακολούθηση, failover, ομαδοποίηση, machine instance management και ούτω καθεξής. Για να τρέξει μια εφαρμογή στο GAE, πρέπει να συμμορφώνεται με τα πρότυπα της Google πλατφόρμας, η οποία περιορίζει το φάσμα των εφαρμογών που μπορούν να

εκτελεστούν και περιορίζει σημαντικά τη δυνατότητα μεταφοράς αυτών των εφαρμογών. Το GAE υποστηρίζει τα ακόλουθα κύρια χαρακτηριστικά:

- Dynamic Web υπηρεσίες που βασίζονται σε κοινά πρότυπα
- Αυτόματη κλιμάκωση και εξισορρόπηση φορτίου
- Έλεγχος ταυτότητας με χρήση λογαριασμών του Google API
- Συνεχής αποθήκευση και διαχείριση συναλλαγών
- Ουρές εργασιών και τον προγραμματισμό των εργασιών
- Client-side περιβάλλον ανάπτυξης για την προσομοίωση GAE στο τοπικό σύστημα του προγραμματιστή
- Java ή Python περιβαλλοντα ανάπτυξης

Όταν αναπτύσσεται μια εφαρμογή στο GAE, η αίτηση μπορεί να προσεγγιστεί χρησιμοποιώντας ο προγραμματιστής το δικό του domain name ή χρησιμοποιώντας το Google Apps for Business URL.



**Εικόνα 36: Το Google App Engine**

Το Google App Engine τώρα υποστηρίζει εφαρμογές γραμμένες σε Java και Python, παρόλο που υπάρχουν πλανά να επεκταθεί η υποστήριξη για περισσότερες γλώσσες στο μέλλον. Η υπηρεσία προορίζεται να είναι ανεξάρτητη από τη γλώσσα προγραμματισμού. Ένας αριθμός από Java Virtual Machine γλώσσες είναι συμβατές με το GAE, όπως είναι επίσης διάφορα Python Web frameworks που υποστηρίζουν τα Web Server Gateway Interface (WSGI) και CGI. Η Google έχει το δικό της Webapp framework σχεδιασμένο για χρήση με το GAE. Το AppScale<sup>6</sup> ανοικτού κώδικα framework μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για εφαρμογές που τρέχουν στο GAE.

Για να ενθαρρύνει τους προγραμματιστές να γράψουν εφαρμογές χρησιμοποιώντας το GAE, η Google επιτρέπει την δωρεάν ανάπτυξη εφαρμογής και εγκατάστασης μέχρι ενός ορισμένου επιπέδου κατανάλωσης πόρων. Τα όρια πόρων περιγράφονται στη σελίδα της Google<sup>7</sup> και η οποία αλλάζει από καιρό σε καιρό. Η Google χρησιμοποιεί το ακόλουθο σύστημα τιμολόγησης:

- Το χρόνο της CPU μετρούμενο σε ώρες CPU: \$ 0,10 ανά ώρα.
- Τα αποθηκευμένα δεδομένα μετρούμενα σε GB ανά μήνα: 0,15 δολάρια ανά GB / μήνα.
- Εισερχόμενο bandwidth που μετριέται σε GB: 0,10 δολάρια ανά GB.
- Εξερχόμενο bandwidth που μετριέται σε GB: 0,12 δολάρια ανά GB.
- Οι παραλαβές e-mail: 0,0001 δολάρια ανά δικαιούχο.

Η σελίδα τιμολόγησης για το Google AppEngine μπορεί να βρεθεί στο: <http://code.google.com/appengine/docs/billing.html>. Τα σημερινά όρια των πόρων εμφανίζονται στον παρακάτω πίνακα.

Η κατανάλωση των πόρων πέρα από το ελεύθερο όριο είναι γενικά βασισμένο σε pay-as-you-go, αν και σε ορισμένες περιπτώσεις, η Google μπορεί να επιτρέψει επιπλέον δωρεάν χρήση. Όταν ενεργοποιείτε χρέωση για μια εφαρμογή που χρησιμοποιεί το GAE, ο χρήστης πληρώνει για την κατανάλωση της CPU, του δικτύου I/O, και άλλες χρήσεις πάνω από το επίπεδο των ποσοστώσεων που το GAE επιτρέπει.

---

<sup>6</sup> <http://appscale.cs.ucsb.edu/>

<sup>7</sup> <http://code.google.com/appengine/docs/quotas.html>

Apps Quota Limits		
Resource Quotas	Free Default Quota	Billing Enabled Default Quota
Applications per developer	10	No fixed limit
Application size	150MB	No fixed limit
Bandwidth limit (in and out)	1GB (each), up to 56MB/minute	1GB free and 1,046GB max, up to 10GB/min rate
CPU usage	6.5 CPU-hours/day, up to 15 CPU-minutes/minute	6.5 CPU-hours/day free to 1,729 CPU-hours/day maximum, up to 72 CPU-minutes/minute maximum rate
Datastore API calls	10 million/day, up to 57,000 queries/min	200 million queries/day, up to 129 queries/min
Data received from API	115GB, up to 659MB/min	695GB, up to 1,484MB/min
Data sent to API	12GB, up to 68MB/min	72GB, up to 153MB/min
Data storage	1GB	1GB free, no maximum

Datastore CPU Time	60 CPU-hours, up to 20 CPU-min/min	1,200 CPU-hours, up to 50 CPU-min/min
E-mails	2,000/day, up to 8 recipients/min	2,000 free to 7.4 million recipients max, up to 5,100 recipients/min
HTTP requests	1,300,000/day, up to 7,400 requests/minute	43,000,000 requests, up to 30,000 requests/min rate
Indexes	100	200
Storage per application (Blobstore)	1GB	1GB free, no limit
Storage API calls (Blobstore)	No free quota	140 million calls/day, up to 72,000 calls/min
Storage item limit	1GB	1 GB free, no maximum
Time per request allowed	30 sec	30 sec
URLFetch API calls	657,000/day up to 3,000 calls/min	46 million calls/day up to 32,000 calls/min

Source: <http://code.google.com/appengine/docs/quotas.html>

### **Εικόνα 37: Τα σημερινά όρια των πόρων**

Οι εφαρμογές που τρέχουν στο GAE είναι απομονωμένες από το υποκείμενο λειτουργικό σύστημα, το οποίο το Google περιγράφει ως *running in a sandbox*. Αυτό επιτρέπει στο GAE να βελτιστοποιεί το σύστημα έτσι ώστε τα Web requests να ταιριάζουν με το τρέχον φορτίο κυκλοφορίας. Επιτρέπει, επίσης, εφαρμογές να είναι περισσότερο ασφαλείς επειδή οι εφαρμογές μπορούν να συνδεθούν μόνο σε υπολογιστές που χρησιμοποιούν τις συγκεκριμένες διευθύνσεις URL για τα e-mail και οι fetch services χρησιμοποιούν HTTP ή HTTPS πέρα από τις στάνταρ γνωστές θύρες. Το URL fetch χρησιμοποιεί την ίδια υποδομή που ανακτά ιστοσελίδων στο Google. Η mail υπηρεσία υποστηρίζει επίσης το σύστημα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου Gmail.

Οι εφαρμογές είναι επίσης περιορισμένες δεδομένου ότι μπορούν να διαβάσουν μόνο αρχεία, δεν μπορούν να γράψουν στο σύστημα αρχείων άμεσα. Για πρόσβαση σε δεδομένα, η εφαρμογή πρέπει να χρησιμοποιούν δεδομένα που είναι αποθηκευμένα στη Memcache (Memory cache), τα data store ή κάποια άλλη

persistent υπηρεσία. Η Memcache είναι μια γρήγορη in-memory key-value μνήμη που μπορεί να χρησιμοποιείται μεταξύ των εφαρμογών. Για μόνιμης αποθήκευσης των συναλλαγόμενων δεδομένων χρησιμοποιείται το data store. Επιπλέον, η εφαρμογή ανταποκρίνεται μόνο σε ένα συγκεκριμένο HTTP αίτημα σε πραγματικό χρόνο, μέρος της ουράς, ή προγραμματισμένο και οποιοδήποτε αίτημα τερματίζεται εάν η απάντηση απαιτεί περισσότερο από 30 δευτερόλεπτα για να ολοκληρωθεί.

Το GAE έχει ένα κατανεμημένο σύστημα αποθήκευσης δεδομένων που υποστηρίζει ερωτήματα και συναλλαγές. Αυτό το σύστημα αποθήκευσης δεδομένων είναι μη σχεσιακό, αλλά αποθηκεύει τα δεδομένα αντικείμενα ή οντότητες που έχουν εκχωρηθεί ιδιότητες. Στα ερωτήματά, μπορεί ο χρήστης να χρησιμοποιήσει οντότητες που φιλτράρονται από το είδος ή τον τύπο είδος και επίσης είναι ταξινομημένες κατά ιδιότητες.

Μπορεί να βρει έναν κατάλογο των διαφόρων τύπων ακινήτων<sup>8</sup>. Ο κατάλογος περιλαμβάνει strings, booleans, float, datetime, blob, κείμενο και άλλα. Κάθε εφαρμογή μπορεί να δημιουργήσει τα δικά της σύνολα από οντότητες δεδομένων. Το data store χρησιμοποιεί έναν optimistic έλεγχο ταυτοχρονισμού και διατηρεί ισχυρή συνέπεια. Η εφαρμογή μπορεί να εκτελεί συναλλαγές με πολλαπλές λειτουργίες, και είτε το σύνολο να πετύχει ή να αποτύχει ως μονάδα. Για να υποστηρίξει την κατανεμημένη φύση του συστήματος αποθήκευσης δεδομένων, η έννοια της ομάδας οντότητας απασχολείται. Οι συναλλαγές διαχειρίζονται οντότητες ως μια ενιαία ομάδα και οι οντότητες-ομάδες αποθηκεύονται μαζί στο σύστημα έτσι ώστε λειτουργίες να μπορούν να εκτελεστούν γρηγορότερα.

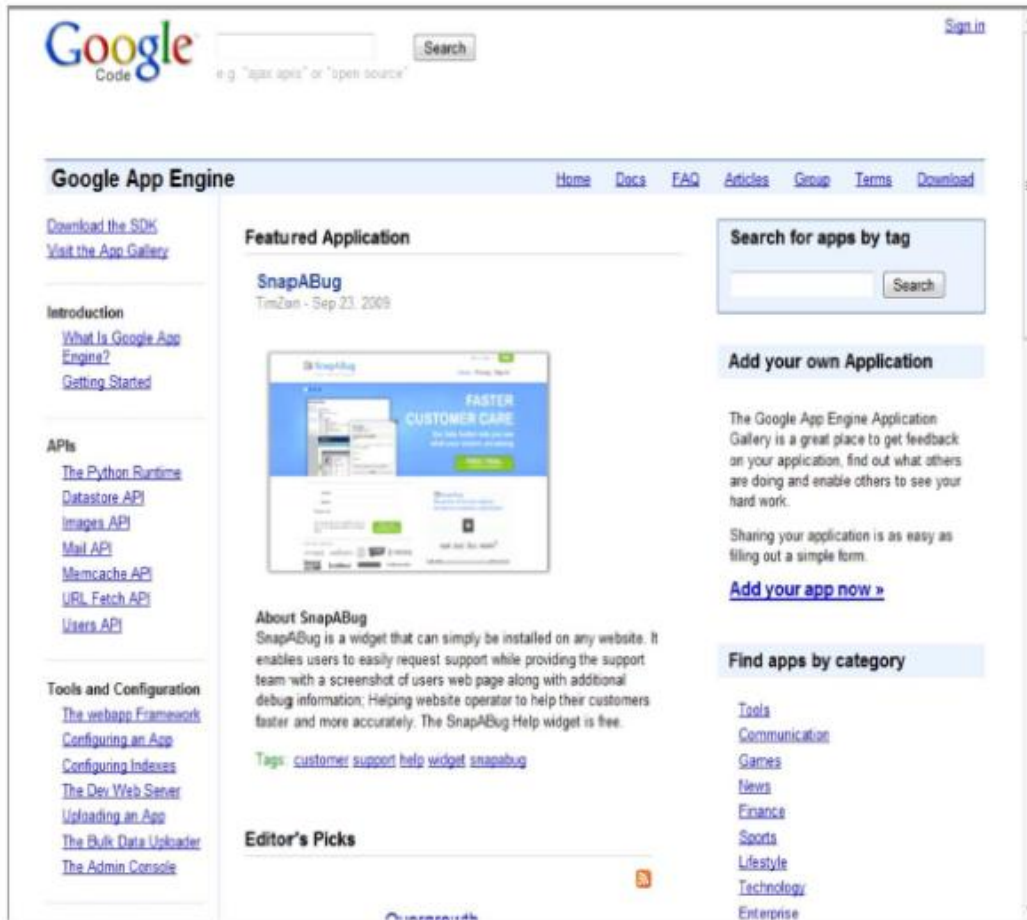
Η Engine App βασίζεται στους λογαριασμούς Google API για τον έλεγχο ταυτότητας χρήστη, το ίδιο σύστημα που χρησιμοποιείται όταν συνδέεται κάποιος σε έναν λογαριασμό Google. Αυτό παρέχει πρόσβαση σε e-mail και τα ονόματα εμφανίζονται στο app, και εξαλείφει την ανάγκη για μια εφαρμογή να αναπτύξει το δικό της σύστημα ελέγχου ταυτότητας. Οι εφαρμογές μπορούν να χρησιμοποιήσουν το API του χρήστη για να καθορίσουν αν ο χρήστης ανήκει σε μια συγκεκριμένη ομάδα, ακόμα και αν το πρόσωπο αυτό είναι διαχειριστής για την εφαρμογή.

Πολλές εφαρμογές έχουν κατασκευαστεί και λειτουργούν με Google App Engine. Μια ιδέα για το φάσμα των εφαρμογών που έχουν αναπτυχθεί, υπάρχουν στο Google

---

<sup>8</sup> <http://code.google.com/appengine/docs/python/datastore/typesandpropertyclasses.html>

App Engine Gallery το οποίο βρίσκεται στο <http://appgallery.appspot.com/> και φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



**Εικόνα 38: Google App Engine Gallery**

## Κεφάλαιο 5: Συμπεράσματα

Σύμφωνα με το όσα σχολιάστηκαν στα κεφάλαια που προηγήθηκαν, το cloud computing ανοίγει νέους δρόμους στο τομέα της πληροφορικής, τόσο για τους τελικούς καταναλωτές όσο και για τις επιχειρήσεις.

Συμπερασματικά, μπορούμε να συνοψίσουμε παρακάτω τα κυριότερα θετικά στοιχεία που προσφέρει το cloud computing:

- Απεριόριστος αποθηκευτικός χώρος.
- Άμεσες ενημερώσεις σε επίπεδο λογισμικού και hardware.
- Ταχύτητα ανάπτυξης.
- Κλιμάκωση μέσω των υπηρεσιών pay-as-you-go.
- Σημαντική μείωση του κόστους μιας και οι δαπάνες κεφαλαίου μετατρέπονται σε έσοδα λειτουργίας.
- Ανεξαρτησία τοποθεσίας και υλικού.
- Αξιοπιστία μέσω της διατήρησης αντιγράφων ασφάλειας από τον πάροχο υπηρεσιών cloud computing.
- Ο πελάτης δεν δεσμεύεται με συμβόλαια μεγάλων χρονικών διαστημάτων.



## BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Cloud Computing- from Wikipedia, [http://en.wikipedia.org/wiki/Cloud computing](http://en.wikipedia.org/wiki/Cloud_computing)
2. Rajkumar Buyya, Chee Shin Yeo, Srikumar Venugopal, "Market-Oriented Cloud Computing: Vision, Hype, and Reality for Delivering IT Services as Computing Utilities", 2008
3. J. Carolan, S. Gaede, "Introduction to Cloud Computing Architecture", Sun Microsystems, June 2009
4. TC3 Health Case Study: Amazon Web Services [online]. Available from: <http://aws.amazon.com/solutions/case-studies/tc3-health/>
5. Washington Post Case Study: Amazon Web Services [online]. Available from: <http://aws.amazon.com/solutions/case-studies/washington-post/>
6. Amazon.com CEO Jeff Bezos on Animoto [online]. April 2008. Available from: <http://blog.animoto.com/2008/04/21/amazon-ceo-jeff-bezos-on-animoto/>
7. Amazon EC2 Features [online]. Available from: <http://aws.amazon.com/ec2/>
8. Brian Hayes, "Cloud Computing", Communications of the ACM, Vol. 51, No.7, July 2008
9. Michael Armbrust, Armando Fox, Rean Griffith, Anthony D. Joseph, Randy H. Katz, Andrew Konwinski, Gunho Lee, David A. Patterson, Ariel Rabkin, Ion Stoica, Matei Zaharia, "Above the Clouds: A Berkley View on Cloud Computing", Electrical Engineering and Computer Sciences University of California at Berkeley, February 10 2009
10. Garfinkel S. An Evaluation of Amazon's Grid Computing Services: EC2, S3 and SQS. Tech. Rep. TR-08-07, Harvard University, August 2007
11. Amazon Web Services (WS), [http:// aws.amazon.com/](http://aws.amazon.com/), 21 September 2009
12. Google App Engine, <http://code.google.com/intl/el-GR/appengine/>, 21 September 2009
13. Microsoft Azure, <http://www.microsoft.com/azure/>, 21 September 2009
14. Dean J., and Ghemawat S. Mapreduce: simplified data processing on large clusters. In OSDI '04: Proceedings of the 6th conference on Symposium on Operating Systems Design & Implementation (Berkeley, CA, USA, 2004), USENIX Association, pp. 10-10

15. Bialecki A., Cafarella M., Cutting D., and O'Malley O. Hadoop: a framework for running applications on large clusters built of commodity hardware. Wiki at <http://lucene.apache.org/hadoop>.
16. Michael Vizard, "The need to build private clouds", 30 April 2009 [online]. Available from: [http://blogs.eweek.com/masked\\_intentions/content/cloud\\_computing/the\\_need\\_to\\_build\\_private\\_clouds.html](http://blogs.eweek.com/masked_intentions/content/cloud_computing/the_need_to_build_private_clouds.html)
17. Chris Preimesberger, "Get off my Cloud: Private Cloud Computing Takes Shape", 4 November 2008 [online]. Available from: <http://www.eweek.com/c/a/Cloud-Computing/Why-Private-Cloud-Computing-Is-Beginning-to-Get-Traction/>
18. "Software as a Service- from Wikipedia", [http://en.wikipedia.org/wiki/Software as a service](http://en.wikipedia.org/wiki/Software_as_a_service)
19. "Platform as a Service- from Wikipedia", [http://en.wikipedia.org/wiki/Platform as a service](http://en.wikipedia.org/wiki/Platform_as_a_service)
20. "Infrastructure as a Service-from Wikipedia", [http://en.wikipedia.org/wiki/Infrastructure as a Service#Infrastructure](http://en.wikipedia.org/wiki/Infrastructure_as_a_Service#Infrastructure)
21. Torry Harris, "Cloud Computing Services- A comparison" <http://www.thbs.com/pdfs/Comparison%20of%20Cloud%20computing%20services.pdf>
22. Hadoop (2006), <http://lucene.apache.org/hadoop/>
23. Colocation\_centre [http://en.wikipedia.org/wiki/Colocation\\_centre](http://en.wikipedia.org/wiki/Colocation_centre)
24. Cloud Computing Μια Πρακτική Προσέγγιση, Συγγραφείς: Anthony T. Velte, Toby J. Velte, Robert Elsenpeter, ISBN: 978 960 512 597 4, Εκδοσεις Μ. Γκιουρδας
25. Enterprise Cloud Computing: Technology, Architecture, Applications, Dr Gautam Shroff, ISBN-10: 0521137357, Publisher: Cambridge University Press; 1 edition (November 22, 2010)
26. Windows Azure Platform, [http://msdn.microsoft.com/en-us/library/windowsazure/dd163896.aspx#bk\\_Platform](http://msdn.microsoft.com/en-us/library/windowsazure/dd163896.aspx#bk_Platform)
27. Windows Azure, <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/windowsazure/dd179442.aspx>
28. Windows Azure Compute & Storage, <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/windowsazure/dd179442.aspx>

29. Microsoft SQL Azure,  
<http://msdn.microsoft.com/en-us/library/windowsazure/gg619386.aspx>
30. Αρχείο Επεξεργασίας .cscfg,  
<http://msdn.microsoft.com/en-us/library/windowsazure/gg433037.aspx>
31. Cloud Computing Μια Πρακτική Προσέγγιση, Συγγραφέας: Anthony T. Velte, Toby J. Velte, Robert Elsenpeter, ISBN: 978 960 512 597 4, Εκδοσεις Μ. Γκιουρδας
32. Enterprise Cloud Computing: Technology, Architecture, Applications, Dr Gautam Shroff, ISBN-10: 0521137357, Publisher: Cambridge University Press; 1 edition (November 22, 2010)
33. <http://aws.amazon.com/ec2/>
34. Cloud Computing Bible, Publisher: Wiley; 1 edition (January 11, 2011), ISBN-13: 978-0470903568