

Πανεπιστήμιο Πειραιώς – Τμήμα Πληροφορικής

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών

«Προηγμένα Συστήματα Πληροφορικής»

Μεταπτυχιακή Διατριβή

| | |
|--------------------------|--|
| Τίτλος Διατριβής | Η εξέλιξη του Υπολογιστικού Νέφους Μελέτη περίπτωσης εταιρείας που χρησιμοποιεί τεχνολογίες νεφοϋπολογιστικής The Evolution of Cloud Computing: A Case Study of an Enterprise Applying Cloud Computing Technologies |
| Όνοματεπώνυμο Φοιτητή | Παναγοπούλου Μαρία |
| Πατρώνυμο | Παναγιώτης |
| Αριθμός Μητρώου | ΜΠΣΠ/ 11013 |
| Επιβλέπων | Δουληγέρης Χρήστος, Καθηγητής |
| Συνεργαζόμενη Ερευνήτρια | Σεραλίδου Ελένη |

Ημερομηνία Παράδοσης: **Φεβρουάριος 2017**

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

(υπογραφή)

(υπογραφή)

(υπογραφή)

Όνομα Επώνυμο
Βαθμίδα

Όνομα Επώνυμο
Βαθμίδα

Όνομα Επώνυμο
Βαθμίδα

Στην οικογένειά μου

Περιεχόμενα

| | |
|--|----|
| Περιεχόμενα..... | 3 |
| Πίνακας Εικόνων | 4 |
| Πρόλογος..... | 5 |
| 1. Εισαγωγή..... | 8 |
| 1.1 Σκοπός..... | 8 |
| 2. Υπολογιστικό Νέφος..... | 10 |
| 2.1 Ιστορική Εξέλιξη..... | 10 |
| 2.2 Η Έννοια του υπολογιστικού νέφους (Cloud Computing) | 12 |
| 2.2.1 Περιγραφή | 12 |
| 2.2.2 Χαρακτηριστικά του Υπολογιστικού Νέφους | 13 |
| 2.2.3 Αρχιτεκτονικές Παροχής Υπηρεσιών | 14 |
| 2.2.4 Κατηγορίες Υπηρεσιών..... | 16 |
| 2.2.5 Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα..... | 18 |
| 3. Επιλογή Παρόχου και Γνωστά Υπολογιστικά Νέφη | 21 |
| 3.1 Κριτήρια Επιλογής Παρόχου | 21 |
| 3.2 Συμφωνίες Παροχής Υπηρεσιών (Cloud Service Agreements) | 25 |
| 3.3 Γνωστοί Πάροχοι | 29 |
| 3.3.1 Amazon..... | 29 |
| 3.3.2 AT&T..... | 30 |
| 3.3.3 Google | 30 |
| 3.3.4 GoGrid | 30 |
| 3.3.5 Microsoft | 30 |
| 3.3.6 NetSuite | 31 |
| 3.3.7 RackSpace Cloud | 31 |
| 3.3.8 Right Scale | 31 |
| 3.3.9 Salesforce | 31 |
| 3.3.10 EMC | 31 |
| 3.3.11 Netap | 32 |
| 4. Ασφάλεια στο Υπολογιστικό Νέφος..... | 33 |
| 4.1 Ζητήματα Ασφαλείας | 33 |
| 4.2 Αντιμετώπιση των Κινδύνων | 35 |
| 4.3 Αντιμετώπιση Ζητημάτων Ασφαλείας..... | 36 |
| 5. Μελέτη Περίπτωσης..... | 41 |
| 5.1 Μετάπτωση στο υπολογιστικό νέφος..... | 41 |
| 5.2 Σχεδίαση και ανάπτυξη του πληροφοριακού συστήματος εταιρείας διανομών..... | 42 |
| 5.3 Υλοποίηση..... | 46 |
| 6. Συμπεράσματα – Προοπτικές..... | 60 |
| Αναφορές..... | 63 |

Πίνακας Εικόνων

| | |
|---|----|
| Εικόνα 1: Η αφαιρετικότητα του cloud computing (https://www.linkedin.com/pulse/cloud-computing-uwe-meding) | 12 |
| Εικόνα 2: Virtualization (https://www.google.com/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&ved=0ahUKEWijztP6hZ_LAhUDPRoKHUknA3AQjxwIAw&url=http%3A%2F%2Fwww.diceitwise.com%2Fhow-does-cloud-computing-work-and-technology-behind-it%2F&psig=AFQjCNFv6HvSAZcT7NVkB5v2) | 15 |
| Εικόνα 3: Paravirtualization (http://www.crunchertronics.com/paravirtualization-desktop-virtualization/para-virtualization/) | 16 |
| Εικόνα 4: Μορφές υπηρεσιών υπολογιστικού νέφους (http://www.smartcloud.ie/cloud-computing.html) | 17 |
| Εικόνα 5: Σχέση μεταξύ μετρικών και χαρακτηριστικών υπολογιστικού νέφους | 21 |
| Εικόνα 6: Ρόλοι στην παροχή υπηρεσιών υπολογιστικού νέφους | 27 |
| Εικόνα 7: Πολυεπίπεδη αρχιτεκτονική (https://tgarhwal.wordpress.com/2009/05/07/logical-building-blocks-in-n-tier-application-architecture/) | 45 |

Πρόλογος

Το υπολογιστικό νέφος αποτελεί μία νέα προσέγγιση στην ανάπτυξη και χρήση εφαρμογών η οποία εκμεταλλεύομενη την δυνατότητα όλο και περισσότερων ανθρώπων να έχουν πρόσβαση στο διαδίκτυο με υψηλές ταχύτητες οδηγεί σε ικανοποιητική μείωση των αναγκών σε επεξεργαστικούς και οικονομικούς πόρους. Σε γενικές γραμμές στηρίζεται στην από κοινού χρήση μεγάλου όγκου υπολογιστικών και αποθηκευτικών πόρων με τρόπο αποδοτικό. Η ανάπτυξη συστημάτων νεφούπολογιστικής στηρίζεται σε κατανεμημένες λειτουργίες ενώ οι διεπαφές τους προσπελαύνονται μέσω του διαδικτύου. Η συζήτηση σχετικά με την νεφούπολογιστική περιλαμβάνει και το θέμα της ασφάλειας το οποίο είναι και η βασική πρόκληση για την αποδοχή της. Η αντιμετώπιση των ζητημάτων ασφαλείας είναι σημαντική για την επιτυχία της προσέγγισης καθώς τόσο η εξάρτηση του από το διαδίκτυο όσο και η προϋπόθεση του χειρισμού δεδομένων από έτερες οντότητες δημιουργούν ισχυρώς ασθενή στοιχεία του. Επομένως ελέγχεται κάθε φορά το κατά πόσο ένας πάροχος υπηρεσιών υπολογιστικού νέφους είναι έμπιστος και ικανός να αντιμετωπίσει τις προκλήσεις ασφαλείας του διαδικτύου.

Η επιτυχία της προσέγγισης του υπολογιστικού νέφους (όσον αφορά την αποδοχή που θα τύχει για την ανάπτυξη πληροφοριακών συστημάτων ή για την χρήση του από μεμονωμένους χρήστες) θα εξαρτηθεί σε μεγάλο βαθμό από την αντιμετώπιση όλων εκείνων των στοιχείων ασφαλείας που καθιστούν τους εμπλεκόμενους επιφυλακτικούς. Σημαντική μέριμνα πρέπει σε κάθε περίπτωση να δίνεται στις καλύψεις που προσφέρει το ισχύον νομικό πλαίσιο καθώς και εκείνες που περιγράφονται στις γραπτές συμφωνίες μεταξύ παρόχων και πελατών. Γενική εκτίμηση είναι ότι η δυναμική που έχει αποκτήσει η νεφούπολογιστική θα διατηρηθεί υψηλή και τα επόμενα χρόνια καθώς προσφέρει σημαντικά πλεονεκτήματα για τις σύγχρονες επιχειρήσεις και οργανισμούς ενώ και τα ζητήματα ασφαλείας – που αποτελούν τροχοπέδη για την καθολική της αποδοχή – φαίνονται να είναι αντιμετωπίσιμα.

Abstract

Cloud computing constitutes a new approach to the development and use of applications which, by taking advantage of the ability of more and more people to access the internet at high speeds, lead to the effective reduction of processing and financial resources. In general, it is based on the common use of a large volume of computational and storage resources in an efficient manner. The development of cloud computing systems is based on distributed functions and their interfaces are accessed over the internet. The debate on the cloud computing includes the security issue, which is the main challenge for its acceptance. Addressing security issues is essential for the success of the approach as from the one hand its dependence on the internet and from the other the fact that the data are handled by other entities constitute strongly weak elements thereof. Therefore, a check shall be made every time whether a cloud provider is reliable and able to face Internet security challenges.

Ευχαριστίες

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαιτέρως τον Ντζογάνη Χρήστο που η συμβουλευτική του υποστήριξη έπαιξε σημαντικό ρόλο στην περάτωση της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω το Πανεπιστήμιο Πειραιά που με επέλεξε δίνοντας μου την ευκαιρία να συμμετάσχω στο μεταπτυχιακό πρόγραμμα και να αποκτήσω γνώσεις που θα με βοηθήσουν στην μετέπειτα επαγγελματική μου πορεία. Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω την κα Σεραλίδου Ελένη και τον κο Δουληγέρη Χρήστο για την αμέριστη και άψογη συνεργασία μας.

Τέλος, θα επιθυμούσα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου, η οποία μου συμπαραστάθηκε σε πολύ μεγάλο βαθμό, όχι μόνο κατά τη διάρκεια της διπλωματικής μου εργασίας, αλλά και σε όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

1. Εισαγωγή

Οι σύγχρονοι οργανισμοί σχεδόν στο σύνολο τους στηρίζουν τις λειτουργίες τους σε προηγμένα πληροφοριακά συστήματα που βασίζονται στις πιο πρόσφατες τεχνολογίες της πληροφορικής και των τηλεπικοινωνιών. Οι λειτουργίες τους διεκπεραιώνονται ταχύτερα, αποδοτικότερα, ασφαλέστερα και με μεγαλύτερη συνέπεια σε σχέση με τα παλαιότερα παραδοσιακά συστήματα που τα διαδέχθηκαν. Το αντιστάθμισμα των πλεονεκτημάτων αυτών είναι το απαιτούμενο κόστος ανάπτυξης, συντήρησης και αναβάθμισής τους ώστε να είναι σε θέση να ανταποκρίνονται στις συνεχώς αυξανόμενες απαιτήσεις του περιβάλλοντος στο οποίο εντάσσονται. Παράλληλα απαιτούν και την υποστήριξή τους από εξειδικευμένο προσωπικό προκειμένου να λειτουργούν αδιαλείπτως. Το κόστος για την μέριμνα αυτή είναι εξαιρετικά δύσκολο να τα καλύπτουν επαρκώς οι μικρές και μεσαίες επιχειρήσεις. Κατά συνέπεια, η έρευνα στα θέματα των πληροφοριακών συστημάτων επικεντρώθηκε σε τεχνολογίες, μεθοδολογίες και μηχανισμούς που θα ελαχιστοποιούν το κόστος ανάπτυξης, λειτουργίας, συντήρησης και αναβάθμισής τους και, παράλληλα, θα καθιστά την διαχείρισή τους εργασία στην οποία θα μπορούν να ανταποκρίνονται με επιτυχία άνθρωποι με όσο το δυνατόν γενικότερες γνώσεις περί πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών. Έτσι, επιδιώκεται η ανάπτυξη των πληροφοριακών συστημάτων να γίνεται με βασικό κίνητρο την ευκολία χρήσης και την βελτίωση της αποδοτικότητάς τους και της σχέσης κόστους/κέρδους. Οι σχετικές μελέτες γρήγορα προσανατολίστηκαν στα πλεονεκτήματα του διαδικτύου καθώς προσφέρει απομακρυσμένη και γρήγορη πρόσβαση σε υπολογιστικούς πόρους αλλά και χαμηλού κόστους επικοινωνία μεταξύ ανθρώπων και μηχανών. Τις τελευταίες δύο δεκαετίες τα πληροφοριακά συστήματα, στις περισσότερες περιπτώσεις, έχουν απολήξει προς το διαδίκτυο προκειμένου να εκμεταλλεύονται ακριβώς αυτά τα πλεονεκτήματά του. Την προοπτική αυτή ενίσχυσε και η επιβολή της ευρυζωνικότητας στις περισσότερες περιοχές του πλανήτη που έκανε την πρόσβαση στο διαδίκτυο πιο προσιτή.

Η εξέλιξη της μελέτης οδήγησε και στο υπολογιστικό νέφος (cloud computing). Η έννοια του νέφους εμφανίστηκε αρχικά την δεκαετία του 1990 για να περιγράψει τα δίκτυα υπολογιστών και το διαδίκτυο. Με τον όρο αυτό περιγράφεται η αφαιρετικότητα στον προσδιορισμό και την περιγραφή των δομών και της σύνθεσής τους. Είναι μία φιλοσοφία εκμετάλλευσης κατανεμημένων συστημάτων με σκοπό την διάθεση υπολογιστικών πόρων με την μορφή υπηρεσιών προς τους χρήστες των πληροφοριακών συστημάτων. Οι πόροι αυτοί μπορεί να είναι:

- Επεξεργαστική ισχύς
- Αποθηκευτικός χώρος
- Λογισμικό
- Υποδομές

Πρόκειται για μια τεχνολογία που επιτρέπει την λειτουργία πληροφοριακών συστημάτων και εφαρμογών σε διαμοιραζόμενες υποδομές, πλατφόρμες και λογισμικό με απόλυτη διαφάνεια τόσο προς τους τελικούς χρήστες όσο και προς τους διαχειριστές. Το βασικό της πλεονέκτημα είναι ότι υπό προϋποθέσεις εξασφαλίζει την ομαλή λειτουργία των πληροφοριακών συστημάτων με χαμηλό κόστος. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα να διεισδύσει σχεδόν αμέσως στην σχετική αγορά. Αυτή η επιτυχία έδωσε το έναυσμα για περαιτέρω έρευνα για συνεχή βελτίωση των τεχνικών και των μεθοδολογιών της. Σήμερα οι υπηρεσίες που προσφέρονται υπό την έννοια του υπολογιστικού νέφους (cloud computing) είναι σε μεγάλο βαθμό ολοκληρωμένες απαντώντας σε κάθε σύγχρονη ανάγκη για την εξυπηρέτηση τόσο των μεγάλων πολυεθνικών οργανισμών όσο και του μεμονωμένου χρήστη. Καθώς, όμως, στην έννοια του υπολογιστικού νέφους (cloud computing) υπεισέρχεται η έννοια του διαμοιρασμού πόρων, η επιτυχής προσαρμογή του στα πληροφοριακά συστήματα πρέπει να αντιμετωπίζει με επιτυχία τα όποια θέματα ασφαλείας εφαρμογών, υποδομών και δεδομένων που είναι πιθανό να προκύψουν.

1.1 Σκοπός

Η παρούσα εργασία έχει σκοπό να παρουσιάσει τα βασικά χαρακτηριστικά, τα πλεονεκτήματα, τα μειονεκτήματα και τις προκλήσεις του υπολογιστικού νέφους. Η παρουσίαση υποστηρίζεται από την μελέτη και σχεδίαση της ανάπτυξης του πληροφοριακού συστήματος μίας μικρομεσαίας επιχείρησης. Η ανάπτυξη προσανατολίζεται στην χρήση του υπολογιστικού νέφους σε έκταση τέτοια που να εξυπηρετεί τις απαιτήσεις του οργανισμού και παράλληλα να μειώνεται το εκτιμώμενο κόστος

εγκατάστασης, συντήρησης και αναβάθμισης. Τέλος τόσο από την μελέτη των χαρακτηριστικών του υπολογιστικού νέφους όσο και από την εξέταση της περίπτωσης χρήσης προκύπτουν μία σειρά από συμπεράσματα για την δυναμική της νέας – σχετικά – προσέγγισης.

2. Υπολογιστικό Νέφος

2.1 Ιστορική Εξέλιξη

Το υπολογιστικό νέφος (cloud computing) αποτελεί εξέλιξη των διαδικτυακών εφαρμογών του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου, του παγκοσμίου ιστού και της κοινωνικής δικτύωσης. Κοινός παρονομαστής αυτών είναι η πρόσβαση χρηστών του διαδικτύου σε πόρους που ανήκουν σε τρίτους προς ίδιο όφελος με μικρό ή τις περισσότερες φορές μηδαμινό κόστος. Ένας γενικός ορισμός του αναφέρει ότι αποτελείται από εφαρμογές, υποδομές και λογισμικό που διατίθενται ως υπηρεσίες μέσω του διαδικτύου και που λειτουργούν σε φυσικό επίπεδο στις εγκαταστάσεις ενός τρίτου παρόχου. Οι υποδομές, οι εφαρμογές και το λογισμικό, οι πόροι δηλαδή που διατίθενται, αναφέρονται ως υπολογιστικό νέφος καθώς η χρήση τους χαρακτηρίζεται από υψηλά επίπεδα αφαίρεσης (Μανουσάκης-Κοκκοράκης 2013).

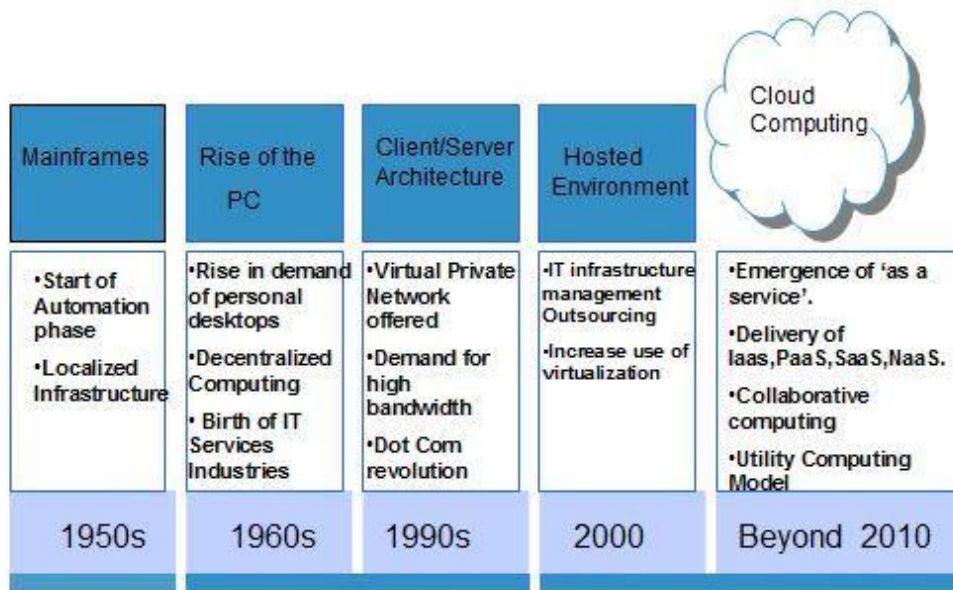
Προδρόμους του υπολογιστικού νέφους (cloud computing) αποτέλεσαν τα πληροφοριακά συστήματα της δεκαετίας του 1950 των οποίων οι λειτουργίες ήταν προσβάσιμες μέσω τοπικών δικτύων και τερματικών σταθμών εργασίας. Αργότερα, η IBM παρουσίασε ένα λειτουργικό σύστημα με χαρακτηριστικό του την δυνατότητα για διαχείριση των υπολογιστικών πόρων μέσω πολλαπλών εικονικών συστημάτων εγκατεστημένων σε μία φυσική διάταξη υλικού.

Την δεκαετία του 1990 παρουσιάστηκαν τα πρώτα ιδιωτικά εικονικά δίκτυα (virtualized private networks). Με αυτά επιτεύχθηκε μεγάλη οικονομία στις απαιτήσεις για τηλεπικοινωνιακές γραμμές αφού δεν ήταν πλέον απαραίτητη προϋπόθεση για την απομακρυσμένη πρόσβαση στα πληροφοριακά συστήματα η χρήση δεσμευμένων γραμμών. Αντ' αυτού πολλαπλοί χρήστες είχαν την δυνατότητα να διαμοιράζονται την ίδια γραμμή. Με την ανάπτυξη της πληροφορικής και των τηλεπικοινωνιών, όλο και περισσότεροι οργανισμοί στήριζαν την ανάπτυξη των πληροφοριακών τους συστημάτων σε ηλεκτρονικούς υπολογιστές. Ταυτόχρονα ενέτασαν σε αυτά όλο και περισσότερες λειτουργίες με αποτέλεσμα να αυξάνονται εκθετικά με την πάροδο των χρόνων οι απαιτήσεις για υπολογιστικούς πόρους. Μία αποδοτική λύση στην απαίτηση αυτή έδωσε η εικονικοποίηση (virtualization) των πόρων η οποία αναφέρεται στον διαμοιρασμό των πόρων ανάλογα με τις απαιτήσεις του κάθε χρήστη (IntellT 2013). Τα τελευταία χρόνια οι εξελίξεις σε μεθοδολογίες, υλικό και λογισμικό χαμήλωσαν τα κόστη απόκτησης τους και συντήρησής των υπολογιστικών πόρων. Έτσι, παρουσιάστηκαν προτάσεις συνδυασμένων υπηρεσιών. Αυτές αφορούσαν διατάξεις συνδυασμών υλικού και λογισμικού που μπορούσαν να διαθέτουν υπηρεσίες στον τελικό χρήστη με διαφάνεια, που όμως απέκρυπταν λεπτομέρειες δομών και υλοποίησης. Η προοπτική αυτή υπήρξε ενδιαφέρουσα για τις επιχειρήσεις αφού οδηγεί σε σημαντική μείωση του λειτουργικού κόστους των πληροφοριακών τους συστημάτων ενώ ταυτόχρονα πολλαπλασιάζονταν η ισχύς αφού υιοθετούσαν άμεσα όλες τις νέες εξελίξεις στον τομέα της πληροφορικής και των τηλεπικοινωνιών.

Τα τελευταία περίπου 25 χρόνια οι εξελίξεις ήταν ταχείες. Στις αρχές της δεκαετίας του 1990, οι εταιρείες τηλεπικοινωνιών προσέφεραν κατά κύριο λόγο μόνο αφιερωμένα, point-to-point κυκλώματα δεδομένων για τους χρήστες τους. Από τότε όμως άρχισαν να προσφέρουν και υπηρεσίες εικονικών ιδιωτικών δικτύων. Αυτό επέτρεψε στις εταιρείες τηλεπικοινωνιών να παρέχουν την ίδια ποιότητα των υπηρεσιών τους σε χαμηλότερο κόστος, δεδομένου ότι ήταν σε θέση να βελτιστοποιήσουν τη χρήση των πόρων, προκειμένου να βελτιωθεί η αποτελεσματικότητα του συνολικού διαθέσιμου εύρους ζώνης. Στα τέλη της δεκαετίας του 1990, ο όρος "σύννεφο" χρησιμοποιήθηκε για να περιγραφεί ο τομέας της πληροφορικής μεταξύ του παρόχου και του τελικού χρήστη. Το 1997, ο καθηγητής Ramnath Chellara του Πανεπιστημίου Emory και το Πανεπιστήμιο της Νότιας Καλιφόρνιας προσδιόρισαν το υπολογιστικό νέφος ως το νέο «υπολογιστικού πρότυπο όπου τα όρια των υπολογιστών θα πρέπει να καθορίζονται από την οικονομική λογική και όχι μόνο από τα τεχνικά όρια» που αποτελεί την βάση της σημερινής εξέλιξής του. Κατά το δεύτερο ήμισυ της δεκαετίας του 1990, οι εταιρείες άρχισαν να αποκτούν μια καλύτερη κατανόηση της νεοϋπολογιστικής και τη χρησιμότητάς της στην παροχή υψηλού επιπέδου λύσεων και υπηρεσιών προς τους πελάτες, βελτιώνοντας παράλληλα δραστικά την εσωτερική τους αποδοτικότητα. Το 1999, Salesforce.com έγινε ένας από τους πρώτους παρόχους υπηρεσιών υπολογιστικού νέφους. Η εφαρμογή θα μπορούσε να προσεγγιστεί από οποιονδήποτε πελάτη με πρόσβαση στο διαδίκτυο και οι εταιρείες ήταν σε θέση να αγοράσουν την υπηρεσία σε κατ' απαίτηση βάση κόστους-αποτελεσματικότητας. Στην αρχή της τρέχουσας χιλιετίας η Amazon με την εισαγωγή των υπηρεσιών λιανικής πώλησης το 2002 έγινε ο πρώτος μεγάλος οργανισμός που εκσυγχρόνισε τα κέντρα δεδομένων του με τρόπο τέτοιο που

χρησιμοποιούσαν μόνο το 10% της χωρητικότητάς τους σε κάθε δεδομένη στιγμή, συνειδητοποιώντας ότι το νέο μοντέλο υποδομών της νεφοϋπολογιστικής θα τους επέτρεπε να χρησιμοποιεί την τρέχουσα ικανότητα τους με πολύ μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα. Προς το τέλος της προηγούμενης δεκαετίας, η Google είχε γίνει ένας βασικός παράγοντας στην αγορά του διαδικτυακού εμπορίου καθώς το 2006 η εταιρεία ξεκίνησε το Google Docs, υπηρεσία η οποία έφερε τη δύναμη του υπολογιστικού νέφους στην επεξεργασία κειμένου (μία εφαρμογή που χρησιμοποιούν σχεδόν όλοι όσοι χειρίζονται ηλεκτρονικό υπολογιστή). Το 2005, η Eze Castle Integration δημιούργησε και ανέπτυξε την πρώτη πλατφόρμα φιλοξενίας υπηρεσιών υπολογιστικού νέφους για μεγάλη εταιρεία. Τον επόμενο χρόνο αναπτύχθηκαν αντίστοιχες πλατφόρμες και για άλλες 18 εταιρείες. Ο ίδιος οργανισμός το 2008 ανέπτυξε νεφοϋπολογιστικές υπηρεσίες για μεγάλο ξενοδοχείο της Νέας Υόρκης το οποίο είχε την δυνατότητα να εξυπηρετεί παραπάνω από 200 χρήστες (EzleCastling 2013). Το 2006, η Amazon ξεκίνησε την Elastic Compute cloud (EC2) ως εμπορική διαδικτυακή υπηρεσία που επέτρεπε σε μικρές επιχειρήσεις και ιδιώτες να νοικιάζουν υπολογιστές στους οποίους έτρεχαν τις δικές τους εφαρμογές. Το ίδιο χρονικό διάστημα, η Brightcove, η οποία παρείχε λογισμικό ως υπηρεσία (Software as a Service - SaaS) διαδικτυακή πλατφόρμα βίντεο σε τηλεοπτικούς σταθμούς και εφημερίδες του Ηνωμένου Βασιλείου. Η εξέλιξη του Web 2.0 οδήγησε στην εξάπλωση της διάθεσης διαδικτυακών εφαρμογών που βασίζονται στο φυλλομετρητή (web based applications). Σε αυτούς τους τομείς, όπως διαφαίνεται από τα παραπάνω, δραστηριοποιήθηκαν κορυφαίες εταιρείες που δραστηριοποιούνται στους τομείς της πληροφορικής και των τηλεπικοινωνιών, πράγμα που αποτέλεσε βασικό παράγοντα της αλματώδους εξέλιξης του των τελευταίων χρόνων. Άλλοι βασικοί παράγοντες που επέτρεψαν στο υπολογιστικό νέφος να εξελιχθεί περιλαμβάνουν την ωρίμανση της τεχνολογίας εικονικοποίησης, την ευρύτητα στην πρόσβαση σε υψηλής ταχύτητας πρόσβαση στο διαδίκτυο και την ανάπτυξη καθολικών προτύπων διαλειτουργικότητας λογισμικού (Mohamed 2015).

Συνοπτικά η ιστορία του cloud computing φαίνεται στην εικόνα1 (Thankappan 2012):



Εικόνα 1: Η εξέλιξη του cloud computing(<https://faculty.psau.edu.sa/m.thankappan/page/4098>)

Το υπολογιστικό νέφος σήμερα αποτελεί λύση για ένα ευρύτατο σύνολο επιχειρήσεων τόσο σε ποσότητα όσο και σε ποικιλία. Η διεισδυτικότητά του αποτέλεσε αιτία για περισσότερο συστηματική μελέτη, για την ανακάλυψη μεθόδων, για την βελτίωση της αποδοτικότητας και της ικανότητας του να προσαρμόζεται στις απαιτήσεις της σύγχρονης εποχής και κυρίως σε θέματα ασφαλείας υλικού, εφαρμογών και δεδομένων (Sakr 2015).

2.2 Η Έννοια του υπολογιστικού νέφους (Cloud Computing)

2.2.1 Περιγραφή

Ένας εύστοχος ορισμός σχετικά με το τι είναι υπολογιστικό νέφος δίνεται από το National Institute of Standards and Technology:

«Το υπολογιστικό νέφος (cloud computing) είναι ένα μοντέλο που επιτρέπει ευέλικτη, κατόπιν αιτήσεως (on-demand) δικτυακή πρόσβαση σε ένα κοινόχρηστο σύνολο παραμετροποιήσιμων υπολογιστικών πόρων (π.χ. δίκτυα, εξυπηρετητές (servers), αποθηκευτικούς χώρους, εφαρμογές και υπηρεσίες), το οποίο μπορεί να τροφοδοτηθεί γρήγορα και να διατεθεί με ελάχιστη προσπάθεια διαχείρισης ή αλληλεπίδρασης με τον πάροχο της υπηρεσίας. Αυτό το νεφουπολογιστικό (cloud) μοντέλο προωθεί την διαθεσιμότητα δεδομένων, υπηρεσιών, υλικού και λογισμικού (πόρων) και αποτελείται από πέντε βασικά χαρακτηριστικά, τρία μοντέλα παροχής υπηρεσιών, και τέσσερα μοντέλα ανάπτυξης» (Mell και Grance 2011)

Στην εικόνα 1 παριστάνεται σχηματικά το επίπεδο αφαιρετικότητας που προσφέρει το υπολογιστικό νέφος.



Εικόνα1: Η αφαιρετικότητα του cloud computing (<https://www.linkedin.com/pulse/cloud-computing-uwe-meding>)

Βασικός στόχος και παράγοντας επιτυχίας του νέφους είναι η μείωση του κόστους εγκατάστασης και συντήρησης πληροφοριακών συστημάτων που βασίζονται σε ηλεκτρονικούς υπολογιστές. Οι επιχειρήσεις που προσαρμόζουν τα πληροφοριακά τους συστήματα σε τεχνολογίες υπολογιστικού νέφους καταφέρνουν να εξοικονομήσουν σημαντικούς οικονομικούς πόρους τους οποίους μπορούν στην συνέχεια να επενδύσουν σε άλλους τομείς.

Δύο μέρη ενεργούν στη λειτουργία του υπολογιστικού νέφους. Αυτά είναι:

- Πελάτης: Είναι η οντότητα που κάνει χρήση των υπηρεσιών που διατίθενται από τον πάροχο (ο άλλος συμμετέχων). Η πρόσβαση στις υπηρεσίες του νέφους γίνεται μέσω του διαδικτύου με τη χρήση διαφόρων μορφών συσκευών οι οποίες δεν είναι απαραίτητο να υπακούν σε υψηλές προδιαγραφές, με μοναδική προϋπόθεση να μπορούν να συνδεθούν στο διαδίκτυο.
- Πάροχος: Ο πάροχος διαθέτει ένα Κέντρο Δεδομένων (Data Center) στο οποίο βρίσκονται διατάξεις από διακομιστές συνδεδεμένους στο διαδίκτυο. Οι πόροι και το λογισμικό των διακομιστών αυτών προσφέρονται σε μορφή συγκεκριμένων υπηρεσιών στους πελάτες. Ο γενικός κανόνας θέλει οι διακομιστές αυτοί να έχουν την μορφή εικονικών μηχανών που φιλοξενούνται σε ισχυρές φυσικές διατάξεις.

Μπορεί επίσης να πρόκειται και για κατανεμημένα συστήματα με συστατικά εγκατεστημένα σε διαφορετικές γεωγραφικές τοποθεσίες. Η πρακτική ακολουθείται προκειμένου να βελτιώνεται η αποδοτικότητα αφού ο υπολογιστικός φόρτος κατανέμεται σε διαφορετικά μηχανήματα και επειδή είναι εφικτό να δημιουργούνται περισσότεροι και πιο αξιόπιστοι μηχανισμοί αποκατάστασης αστοχιών (MellandGrance 2011).

2.2.2 Χαρακτηριστικά του Υπολογιστικού Νέφους

Η προσέγγιση του υπολογιστικού νέφους χαρακτηρίζεται από τα εξής βασικά (Chunye Gong 2010)στοιχεία:

- **Αυτόνομη εξυπηρέτηση του πελάτη με υψηλό επίπεδο διαφάνειας:** Οι υπηρεσίες διατίθενται από τους παρόχους στους πελάτες όποτε οι τελευταίοι τις απαιτήσουν. Οι υπηρεσίες επίσης διατίθενται με διαφάνεια αφού οι πελάτες δεν είναι ενήμεροι σχετικά με τον τρόπο που έχουν σχεδιαστεί, υλοποιηθεί και διανέμονται.
- **Παροχή διαδικτυακών μηχανισμών πρόσβασης:** Το υπολογιστικό νέφος διαθέτει μηχανισμούς πρόσβασης για χρήση των υπηρεσιών του μέσω του διαδικτύου. Έτσι οι πελάτες χρειάζονται κατά βάση να διαθέτουν κατάλληλη πρόσβαση στο διαδίκτυο. Επιπροσθέτως, αυτό σημαίνει ότι η πρόσβαση στις υπηρεσίες του είναι εφικτή από διάφορες συσκευές και τοποθεσίες.
- **Διαφάνεια σε μηχανισμούς ασφάλειας και αποδοτικότητας:** Οι πάροχοι υπηρεσιών cloud μεριμνούν να διατηρούν και να αναβαθμίζουν όλους εκείνους τους μηχανισμούς και τις διατάξεις που είναι απαραίτητες για την ασφάλεια, την αξιοπιστία και την υψηλή απόδοση των υπηρεσιών του υπολογιστικού νέφους. Οι πελάτες δεν αντιλαμβάνονται τον τρόπο λειτουργίας τους αλλά επωφελούνται από αυτές.
- **Πολλαπλή εξυπηρέτηση:** Οι υπολογιστικοί πόροι, τα δεδομένα και το λογισμικό διατίθενται σε πολλαπλούς πελάτες με κατάλληλο συνδυασμό φυσικών και εικονικών μηχανών. Ο πάροχος τα διαθέτει σε πολλούς χρήστες παράλληλα ανάλογα με την απαίτηση που παρέχεται κάθε στιγμή επιτυγχάνοντας με τον τρόπο αυτό τη μέγιστη και καλύτερη δυνατή αξιοποίησή τους.
- **Ευελιξία και κλιμάκωση:** Ο τρόπος, η ποσότητα και η ποιότητα των παρεχόμενων υπηρεσιών προσαρμόζονται στις ανάγκες των πελατών την κάθε στιγμή. Αυτό γίνεται με το να προσαρμόζει ο πάροχος κάθε φορά την υπολογιστική ισχύ στις ανάγκες του πελάτη που εξυπηρετεί. Έτσι οι ανάγκες του είναι δυνατόν να εξυπηρετούνται ακόμη και σε περίοδο αιχμής, χωρίς να χρειάζεται να επενδύσει σημαντικά οικονομικά ποσά σε εξοπλισμό πληροφορικής που ενδεχομένως θα παραμένει ανενεργός για μεγάλα χρονικά διαστήματα σε περιόδους ήπιας λειτουργίας. Ταυτόχρονα, οι πόροι που διαθέτει κάθε φορά ο πάροχος μπορεί να διαμορφώνονται ως προς την έκτασή τους ανάλογα με τις απαιτήσεις του πελάτη. Η χρήση των πόρων γίνεται από τον κάθε πελάτη μόνο όταν είναι απαραίτητο και παραμένουν δεσμευμένοι μόνο το συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, ενώ όλο τον υπόλοιπο χρόνο μπορεί να είναι διαθέσιμοι σε άλλους πελάτες.
- **Καθιέρωση μετρικών χρήσης:** Προκειμένου να γίνεται αξιόπιστη και δίκαιη αποτίμηση των υπηρεσιών που παρέχουν οι πάροχοι στους πελάτες είναι απαραίτητη προϋπόθεση να καθιερωθεί ένα αντικειμενικό σύστημα μέτρησης τους, τόσο ως προς την ποιότητα όσο και ως προς την ποσότητα. Με τον τρόπο αυτό θα είναι εφικτό να υποχρεώνεται ο πελάτης να καταβάλλει το ακριβές αντίτιμό της χρήσης των υπηρεσιών.
- **Χρέωση ανάλογα με την χρήση των υπηρεσιών:** Η χρήση των υπηρεσιών από τους πελάτες καταγράφεται από τους παρόχους και αποτιμάται σε οικονομικό όφελος με βάση κάποια συμφωνία που έχει συναφθεί μεταξύ τους κατά την έναρξη της συνεργασίας τους. Έτσι οι πελάτες χρεώνονται από τους παρόχους ανάλογα με την έκταση της χρήσης που κάνουν. Οι πάροχοι υπηρεσιών υπολογιστικού νέφους ακολουθούν κατά κύριο λόγο τέσσερα μοντέλα τιμολόγησης (Chunye Gong 2010):

- Χρέωση με βάση την χρήση: Η χρέωση των υπηρεσιών γίνεται όσο αυτές είναι εκμεταλλεύσιμες και στο βαθμό που αυτό συμβαίνει.
- Χρέωση υπό κλίμακα: Οι υπηρεσίες κατατάσσονται ιεραρχικά και τίθεται η χρέωσή τους ανάλογα με την κατάταξη αυτή.
- Χρέωση ανά μονάδα: Ορίζονται κατάλληλες μετρικές για την μοναδιαία έκταση των υπηρεσιών και η χρέωση γίνεται με βάση την σύγκριση της έκτασης των παρεχόμενων υπηρεσιών με την μοναδιαία ποσότητα.
- Συνδρομητική Χρέωση: Οι πελάτες εκμεταλλεύονται τις παρεχόμενες υπηρεσίες για συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα και χρεώνονται με βάση αυτά.

Τα χαρακτηριστικά του υπολογιστικού νέφους φαίνονται σχηματικά στην εικόνα 3:



Εικόνα 3: Χαρακτηριστικά του υπολογιστικού νέφους

2.2.3 Αρχιτεκτονικές Παροχής Υπηρεσιών

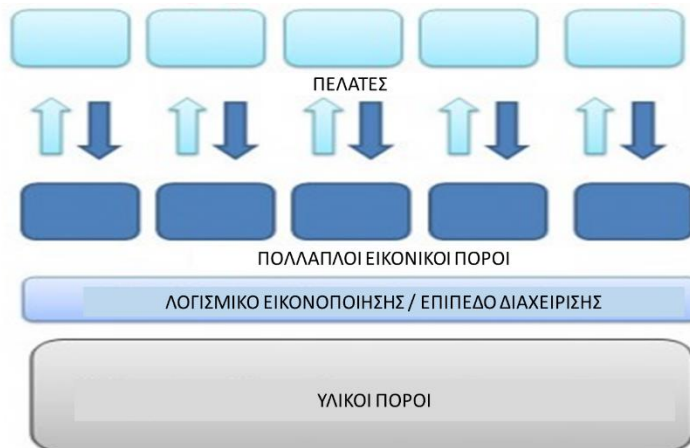
Οι πάροχοι είναι απαραίτητο να διαθέτουν υψηλών προδιαγραφών υποδομές και λογισμικό για να είναι σε θέση να παρέχουν ικανοποιητικές υπηρεσίες υπολογιστικού νέφους. Η ποιότητα και η ποσότητα των υπηρεσιών που διατίθενται στους πελάτες εξαρτώνται από αυτά και αποτελούν τα στοιχεία που θα κρίνουν την επιβίωσή τους στο άκρως ανταγωνιστικό περιβάλλον αγοράς που έχει ήδη διαμορφωθεί. Τρεις είναι οι αρχιτεκτονικές που ακολουθούν οι υποδομές των παρόχων για την διάθεση των υπηρεσιών τους:

- Εικονικοποίηση (Virtualization): Πρόκειται για την διαμόρφωση εικονικής υποδομής πληροφορικών συστημάτων σε μία φυσική διάταξη. Όντας διαμορφωμένα με τον τρόπο αυτό τα πληροφοριακά συστήματα, έχουν την δυνατότητα να λειτουργούν πολλαπλές ανεξάρτητες εικονικές μηχανές ανεπτυγμένες σε μια φυσική πλατφόρμα. Οι εικονικές αυτές μηχανές χρησιμοποιούν τους πόρους της φυσικής πλατφόρμας (μνήμη, επεξεργαστή και αποθηκευτικό χώρο) με βάση κανόνες που έχουν θεσπιστεί, στηριζόμενοι σε συγκεκριμένη πολιτική που μπορεί να είναι στατική ή δυναμική. Στη πρώτη περίπτωση η πολιτική καθορίζεται μία φορά στην αρχή και ακολουθείται χωρίς μεταβολές και τροποποιήσεις ενώ στην δεύτερη περίπτωση η πολιτική επηρεάζεται και

δύναται να μεταβάλλεται σε συνάρτηση με τις συνθήκες που κυριαρχούν κάθε φορά. Τα πλεονεκτήματα της εικονικοποίησης που την καθιστούν ελκυστική λύση εκ μέρους των παρόχων υπηρεσιών υπολογιστικού νέφους είναι:

- Η οικονομία που προσφέρει στην απαίτηση για φυσικούς υπολογιστικούς πόρους.
- Η ευκολία διαχείρισης των εικονικών μηχανών σε σχέση με την διαχείριση των αντίστοιχων φυσικών.

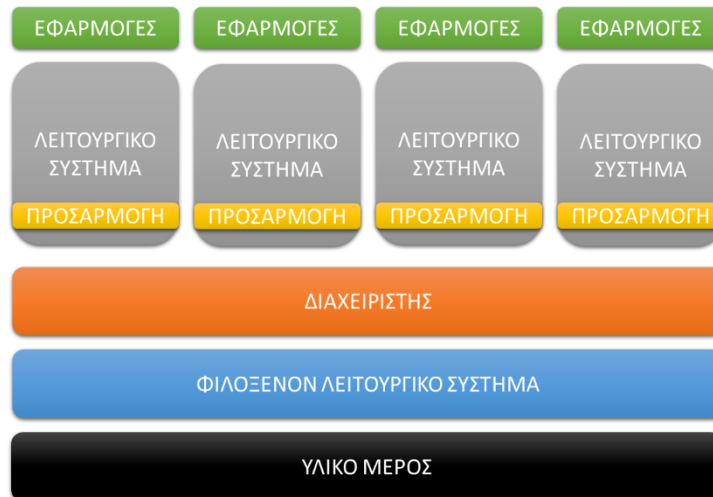
Στην εικόνα 2 φαίνεται παραστατικά το πώς λειτουργεί η εικονικοποίηση. Στην φυσική υποδομή εγκαθίσταται κατάλληλο λογισμικό το οποίο έχει τη δυνατότητα να υποστηρίξει την ανάπτυξη πολλαπλών εικονικών μηχανών καθώς και την αποδοτική διαχείρισή τους. Στους τελικούς χρήστες, που μπορεί να είναι είτε φυσικά πρόσωπα είτε αυτοματοποιημένες διεργασίες, οι εικονικές μηχανές παρουσιάζονται με απόλυτη διαφάνεια σαν ανεξάρτητες φυσικές διατάξεις.



Εικόνα2:Virtualization

(https://www.google.com/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&ved=0ahUKEWijztP6hZ_LAhUDPRoKHUknA3AQjxwIAw&url=http%3A%2F%2Fwww.diceitwise.com%2Fhow-does-cloud-computing-work-and-technology-behind-it%2F&psig=AFQjCNFv6HvSAZcT7NVkB5v2)

- Παραεικονοποίηση (Paravirtualization): Πρόκειται για μία τεχνική εικονικοποίησης που προσφέρει μία διεπαφή σε εικονικές μηχανές που είναι παρόμοιες με τις φυσικές μηχανές που τις φιλοξενούν. Η τεχνική αυτή επιτρέπει σε διαφορετικά λειτουργικά συστήματα να τρέχουν σε ένα φυσικό σύστημα κάνοντας παράλληλα ικανοποιητική διαχείριση των φυσικών πόρων. Με αυτήν την μέθοδο, το λειτουργικό σύστημα διαμορφώνεται με τρόπο τέτοιο που να είναι εφικτή η εγκατάστασή του σε εικονική μηχανή. Σκοπός της παραεικονοποίησης είναι η δραστική μείωση του χρόνου ολοκλήρωσης των διαδικασιών των διεργασιών του λειτουργικού συστήματος που όντας σε περιβάλλον εικονικής μηχανής θα ήταν δύσκολο να εκτελεστούν. Με τον τρόπο αυτό βελτιώνεται η απόδοση των λειτουργιών των πληροφοριακών συστημάτων αφού οι διαθέσιμοι πόροι διαιμοιράζονται αποδοτικά και με διαφάνεια. Για παράδειγμα, εάν μια πλήρως εικονικοποιημένη λύση απαιτεί 10% χρήσης ενός επεξεργαστή, τότε θα μπορεί να εικονοποιήσει πέντε συστήματα πριν αρχίσει η απόδοσή του να μειώνεται. Το Paravirtualization χρησιμοποιεί μόνο το 2% του επεξεργαστή ανά φιλοξενούμενο στιγμιότυπο και εξακολουθεί να αφήνει ακόμη 10% διαθέσιμο από το φιλοξενούμενο λειτουργικό σύστημα (Velte, VelteandElsenpeter 2010). Στην εικόνα 3 φαίνεται σχηματικά η αρχιτεκτονική του Paravirtualization. Στο υλικό μέρος ενός υπολογιστικού συστήματος υπάρχει εγκατεστημένο ένα λειτουργικό σύστημα. Κατάλληλο λογισμικό που τρέχει σε αυτό το λειτουργικό σύστημα διαχειρίζεται πολλαπλές εικονικές μηχανές. Οι εικονικές μηχανές μπορεί να βασίζονται σε διαφορετικά λειτουργικά συστήματα τα οποία επικοινωνούν με το λογισμικό διαχείρισης με προσαρμοστικές διεπαφές. Σε κάθε μία από τις εικονικές μηχανές μπορεί να λειτουργούν διαφορετικές εφαρμογές.



Εικόνα3:Paravirtualization (<http://www.crunchertronics.com/paravirtualization-desktop-virtualization/para-virtualization/>)

- Υβριδική αρχιτεκτονική: Σε ορισμένες περιπτώσεις είναι ωφελιμότερο να συνδυάζονται τα χαρακτηριστικά των ανωτέρω περιγραφόμενων αρχιτεκτονικών ώστε να διαμορφωθεί ένα αποδοτικό υπολογιστικό νέφος.

2.2.4 Κατηγορίες Υπηρεσιών

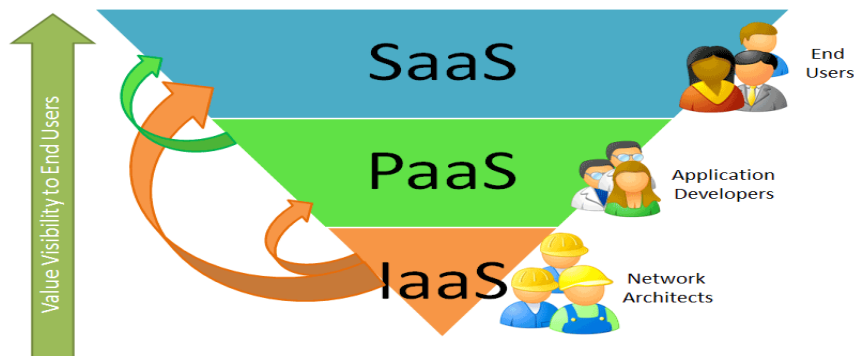
Οι υπηρεσίες που διατίθενται από υπολογιστικά νέφη ως προς την μορφή τους διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες (MellandGrance 2011):

- **Software-as-a-Service:** Η κατηγορία αυτή των υπηρεσιών υπολογιστικού νέφους σχετίζεται με την χρήση λογισμικού. Ο πελάτης αποκτά την δυνατότητα να χρησιμοποιεί για ορισμένο χρονικό διάστημα λογισμικό με βάση μία συμφωνία που έχει γίνει με τον πάροχο. Με τον τρόπο αυτό ο πελάτης αποκτά την άδεια να χρησιμοποιεί ένα πακέτο λογισμικού χωρίς να χρειάζεται να το προμηθευτεί. Το λογισμικό βρίσκεται εγκατεστημένο σε έναν ή περισσότερους εξυπηρετητές που είναι διαθέσιμοι μέσω του διαδικτύου. Αποτελεί την πιο δημοφιλή μορφή υπηρεσίας αφού απευθύνεται σε ένα ευρύ φάσμα χρηστών του διαδικτύου. Αποτέλεσμα αυτού είναι να υπάρχουν διαθέσιμες αρκετές εφαρμογές ικανές να ανταποκριθούν σε οποιαδήποτε απαίτηση. Οι εφαρμογές είναι προσβάσιμες συνήθως μέσω φυλλομετρητή (browser) από υπολογιστικό σύστημα ή έξυπνη κινητή συσκευή. Η διαφάνεια που προσφέρει το υπολογιστικό νέφος απαλλάσσει τον πελάτη με ζητήματα που έχουν να κάνουν με την αποδοτική λειτουργία της εφαρμογής και του υλικού στο οποίο το λογισμικό είναι εγκατεστημένο. Η χρήση του λογισμικού παρέχει ευελιξία ως προς τον χειρισμό του αφού ο τελικός χρήστης μπορεί να έχει πρόσβαση από οπουδήποτε και μόνο στις λειτουργίες που του είναι απαραίτητες. Κατά συνέπεια μπορεί να έχει πρόσβαση με χαμηλότερο κόστος σε εξειδικευμένο λογισμικό και μάλιστα χωρίς να χρειάζεται να εμπλακεί με θέματα που έχουν να κάνουν με την λειτουργία, την συντήρηση και την αναβάθμιση του λογισμικού.
- **Platform-as-a-Service:** Με τις υπηρεσίες της κατηγορίας αυτής ο πάροχος διαθέτει στον πελάτη κατάλληλα παραμετροποιημένες πλατφόρμες ανάπτυξης λογισμικού. Αποτελούν υπηρεσίες που διατίθενται σε αναλυτές πληροφοριακών συστημάτων και προγραμματιστές ώστε να έχουν την δυνατότητα να σχεδιάζουν και να υλοποιούν εφαρμογές χωρίς να χρειάζεται να εγκαταστήσουν, να συντηρούν και να αναβαθμίζουν εξειδικευμένο και συχνά υψηλού κόστους λογισμικό και υλικό. Οι υπηρεσίες διαθέτουν κατάλληλα Application Programming Interface για την διαλειτουργικότητα ενός συστήματος με συγκεκριμένες υπηρεσίες των διακομιστών. Οι πλατφόρμες χρησιμοποιούνται επίσης

και για την διαχείριση IaaS και SaaS υπηρεσιών. Παράδειγμα μίας ευρέως διαδεδομένης υπηρεσίας της μορφής αυτής είναι το AppInventor ¹ του MIT το οποίο παρέχει δωρεάν μία πλήρη πλατφόρμα ανάπτυξης εφαρμογών για έξυπνες συσκευές. Με την πλατφόρμα αυτή ο προγραμματιστής μπορεί να χρησιμοποιεί δωρεάν τα διαθέσιμα εργαλεία χωρίς να τα έχει εγκατεστημένα στον ηλεκτρονικό του υπολογιστή. Το πιο διαδεδομένο παράδειγμα τέτοιου είδους υπηρεσίας είναι το Microsoft Office 365 ² με την οποία διατίθεται στους συνδρομητές της, η δυνατότητα να χρησιμοποιήσουν τις τελευταίες εκδόσεις του πακέτου λογισμικού της Microsoft, χωρίς να την έχουν εγκατεστημένη στον ηλεκτρονικό του υπολογιστή.

- Infrastructure-as-a-Service: Οι υπηρεσίες IaaS αφορούν την δέσμευση προς χρήση υπολογιστικών και δικτυακών πόρων και υποδομών. Συνήθως αφορούν την διάθεση υποδομών για την λειτουργία πληροφοριακών συστημάτων οργανισμών ώστε να εγκατασταθούν τα απαραίτητα πακέτα λογισμικού που υποστηρίζουν την αποδοτική τους λειτουργία. Για την ανάπτυξη του υλικού, του λογισμικού και των μηχανισμών ασφαλείας είναι ανάγκη να μεριμνά ο πάροχος απαλλάσσοντας τον πελάτη. Σε κάθε περίπτωση, ο τελευταίος μπορεί να διαχειρίζεται τα λειτουργικά συστήματα, τα αποθηκευτικά μέσα και τις εφαρμογές. Οι υπηρεσίες αυτές παρέχουν λύσεις για την λειτουργία διακομιστών υψηλών απαιτήσεων (πχ failover, escalating, cluster, Dedicated Resources), συστάδων διακομιστών, μηχανημάτων με μεγάλες αποθηκευτικές δυνατότητες και (διαμοιραζόμενη φιλοξενία) shared hosting. Τις περισσότερες φορές οι υπηρεσίες παρέχονται με εικονικές μηχανές στις οποίες μπορεί να εγκατασταθεί οποιοδήποτε λογισμικό είναι απαραίτητο για την λειτουργία του πληροφοριακού συστήματος του πελάτη. Ο πελάτης δεν μπορεί να έχει πρόσβαση στην διαχείριση και τον έλεγχο της χρησιμοποιούμενης υπηρεσίας αλλά μπορεί να διαχειρίζεται τα λειτουργικά συστήματα, τα αποθηκευτικά μέσα και τις εφαρμογές. Η υπηρεσίες Amazon EC2 είναι ένα παράδειγμα τέτοιας υπηρεσίας. Μέσω αυτής οι συνδρομητές της έχουν την δυνατότητα να χρησιμοποιούν τους μεγάλων δυνατοτήτων υπολογιστικούς και αποθηκευτικούς πόρους της Amazon προκειμένου να εγκαταστήσουν σε αυτούς τις εφαρμογές τους ή/και να αποθηκεύσουν τα δεδομένα τους.

Σχηματικά οι κατηγορίες των υπηρεσιών υπολογιστικού νέφους φαίνονται στην εικόνα 4:



Εικόνα 4: Μορφές υπηρεσιών υπολογιστικού νέφους (<http://www.smartcloud.ie/cloud-computing.html>)

¹ Η ιστοσελίδα της υπηρεσίας είναι η <http://appinventor.mit.edu/explore/>

² Περιγραφή της υπηρεσίας βρίσκεται στην ιστοσελίδα https://www.microsoftstore.com/store/msusa/en_US/cat/Office-365/categoryID.68021500

Μία άλλη διάκριση των υπηρεσιών υπολογιστικού νέφους έχει να κάνει με τον τρόπο που διαμορφώνεται. Έτσι το υπολογιστικό νέφος μπορεί να διακρίνεται σε (Zhang 2015)

- **Δημόσιο Νέφος (Public Cloud):** Το Δημόσιο Νέφος συντίθεται από ένα σύνολο υπολογιστικών πόρων οι οποίοι παρέχονται στον πελάτη μέσω του διαδικτύου. Το υλικό και το λογισμικό που χρησιμοποιούνται βρίσκονται εξ' ολοκλήρου εγκατεστημένα στις εγκαταστάσεις του παρόχου. Ο πελάτης το μόνο που χρειάζεται να έχει είναι κατάλληλη πρόσβαση στο διαδίκτυο ώστε να δύναται να χρησιμοποιεί τις υπηρεσίες του.
- **Αποκλειστικό Νέφος (Dedicated Cloud):** Στην διαμόρφωση αποκλειστικού υπολογιστικού νέφους τόσο το υλικό όσο και το λογισμικό είναι εγκατεστημένα στην πλευρά του παρόχου και λειτουργούν αποκλειστικά για έναν συγκεκριμένο πελάτη. Η αρχιτεκτονική και τα επίπεδα υπηρεσιών καθορίζονται από τον πάροχο. Βασικό πλεονέκτημα της αποκλειστικής χρήσης των υπηρεσιών υπολογιστικού νέφους είναι το ότι οι υπολογιστικοί πόροι δεν διαμοιράζονται με άλλους πελάτες. Από την άλλη το κόστος πρόσβασης σε τέτοιου είδους υπηρεσίες είναι μεγαλύτερο.
- **Ιδιωτικό Νέφος (Private Cloud):** Το ιδιωτικό νέφος συνίσταται από ένα σύνολο υπολογιστικών πόρων που προσφέρονται με την μορφή υπηρεσιών που καθορίζονται, σχεδιάζονται και ελέγχονται από έναν οργανισμό. Η προσέγγιση αυτή απαντά στην ανάγκη για τη διατήρηση του ελέγχου του συνόλου του πληροφοριακού συστήματος κυρίως λόγω ιδιαίτερων απαιτήσεων των εφαρμογών που τρέχουν σε αυτό. Χαρακτηρίζεται από σημαντικό κόστος απόκτησης και λειτουργίας.
- **Ιδιωτική Υποδομή Νέφους (Private Cloud Appliance):** Πρόκειται για μία προσέγγιση κατά την οποία η ανάπτυξη και συντήρηση της υποβόσκουσας υποδομής είναι αρμοδιότητα του παρόχου. Η διαχείριση του λογισμικού γίνεται από τον πελάτη. Χαρακτηριστικό των υπηρεσιών αυτού του είδους είναι ότι η φυσική υποδομή αφιερώνεται σε έναν και μόνο πελάτη και δεν διαμοιράζεται σε πολλαπλούς με εικονικές μηχανές. Επιλέγεται κυρίως από οργανισμούς που διαχειρίζονται ευαίσθητα δεδομένα και πληροφορίες που δεν πρέπει να είναι προσβάσιμες από τρίτους.
- **Κοινοτικό Νέφος (Community Cloud):** Είναι μορφή υπολογιστικού νέφους όπου η υποδομή του είναι κατανομημένη σε διαφορετικούς οργανισμούς. Συνήθως χρησιμοποιείται για να παρέχει υποστήριξη στις απαιτήσεις κοινότητων που περιλαμβάνουν οντότητες με απαιτήσεις για ασφάλεια και λειτουργικότητα.
- **Υβριδικό Νέφος (Hybrid Cloud):** Είναι νέφος το οποίο συνδυάζει τα χαρακτηριστικά τόσο των δημοσίων όσο και των ιδιωτικών νεφών δημιουργώντας μία περισσότερο ευέλικτη κατηγορία που συνδυάζει τα πλεονεκτήματα των δύο προηγούμενων προσεγγίσεων.

2.2.5 Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα

Για να γίνει πιο κατανοητή η σημασία της τεχνολογίας της νεφοϋπολογιστικής στην σύγχρονη εποχή, χρειάζεται να γίνει αναφορά στο πόσο οι τεχνολογίες του διαδικτύου έχουν διεισδύσει στις καθημερινές δραστηριότητες των ανθρώπων. Η επίτευξη της ευρυζωνικότητας στα περισσότερα μέρη του πλανήτη, ως αποτέλεσμα της ραγδαίας ανάπτυξης της πληροφορικής και των τηλεπικοινωνιών, δίνει τη δυνατότητα στον σύγχρονο άνθρωπο να είναι για μεγάλο χρονικό διάστημα συνδεδεμένος στο διαδίκτυο, με χαμηλό σχετικά κόστος. Έτσι, γενικότερα, τόσο οι ενήλικες αλλά ακόμα και τα παιδιά είναι πλέον αρκετά εξοικειωμένοι με τις εφαρμογές του διαδικτύου και είναι πλέον αρκετά ώριμοι να δεχθούν την χρήση καθημερινών εφαρμογών που τρέχουν σε υποδομές νέφους. Το κυριότερο λοιπόν πλεονέκτημα της νεφοϋπολογιστικής είναι ακριβώς το γεγονός ότι βασίζεται σε τεχνολογίες του διαδικτύου που πλέον είναι αρκούτως οικείες και προσιτές στο μεγαλύτερο ποσοστό του παγκοσμίου πληθυσμού.

Οι δημοφιλέστερες υπηρεσίες υπολογιστικού νέφους είναι οι SaaS. Η χρήση λογισμικού το οποίο δεν είναι εγκατεστημένο σε τοπικό μηχάνημα αλλά είναι προσβάσιμο μέσω του διαδικτύου είναι σήμερα απολύτως εφικτή. Έτσι το βασικό εμπόδιο της χρήσης λογισμικού μέσω του διαδικτύου σήμερα δεν υφίσταται. Κατά συνέπεια οι χρήστες του διαδικτύου μπορούν να χρησιμοποιούν τον λογισμικό που παρέχεται από το υπολογιστικό νέφος χωρίς να είναι απαραίτητη η προμήθεια αδειών χρήσης. Αντ' αυτού μπορεί να χρειάζεται η καταβολή τιμήματος στον πάροχο κατά πολύ χαμηλότερο από το αντίστοιχο απόκτησής του ή (σε πολλές περιπτώσεις το λογισμικό μπορεί να παρέχεται και

δωρεάν για χρήση).

Η προμήθεια λογισμικού δημιουργεί επιπλέον την ανάγκη για συντήρησή του και περιοδική ή έκτακτη αναβάθμισή του. Στην περίπτωση της εγκατάστασης του λογισμικού από τον ίδιο τον χρήστη επισύρεται η απαίτηση για μέριμνα για τις ενέργειες αυτές. Όταν όμως δίνεται η δυνατότητα χρήσης του λογισμικού από έναν πάροχο υπηρεσιών υπολογιστικού νέφους, ο πελάτης δεν χρειάζεται να μεριμνά για την συντήρηση και τις αναβαθμίσεις του. Η μέριμνα αυτή είναι αποκλειστική ευθύνη του παρόχου.

Πολλές φορές οι χρήστες υπολογιστικών συστημάτων χρειάζεται να χειριστούν λογισμικό το οποίο για να λειτουργήσει έχει υψηλές ή εξειδικευμένες απαιτήσεις από το υλικό. Η προμήθεια και η συντήρηση του λογισμικού απαιτεί υψηλό οικονομικό κόστος αλλά και σε πολλές περιπτώσεις υψηλού επιπέδου γνώσεις. Με την χρήση υπηρεσιών λογισμικού στα πλαίσια του υπολογιστικού νέφους η ικανοποίηση των απαιτήσεων του λογισμικού σε υλικό αποτελεί μέριμνα του παρόχου.

Στην σύγχρονη εποχή, όπου οι περισσότερες δραστηριότητες του ανθρώπου υποστηρίζονται από δικτυοκεντρικά πληροφοριακά συστήματα, είναι ανάγκη να λαμβάνεται ιδιαίτερη μέριμνα για την ασφάλεια των συστημάτων αυτών. Η ασφάλειά τους έχει δύο βασικές συνιστώσες: την φυσική και την λογική ασφάλεια. Όσο πιο ευαίσθητα είναι τα δεδομένα που διαχειρίζεται μία εφαρμογή τόσο μεγαλύτερη είναι η ανάγκη για ασφάλεια. Οι μηχανισμοί λογικής και φυσικής ασφάλειας είναι αρκετά κοστοβόροι και στις περισσότερες περιπτώσεις είναι δυσβάσταχτοι για ιδιώτες και οργανισμούς. Η λύση των SaaS υπηρεσιών υπολογιστικού νέφους μεταφέρει την μέριμνα για ασφάλεια στην μεριά του παρόχου.

Από τα προαναφερθέντα προκύπτει ότι η παροχή υπηρεσιών λογισμικού από έναν πάροχο υπολογιστικού νέφους δίνει την δυνατότητα σε χρήστες του διαδικτύου (μεμονωμένους ή επιχειρήσεις) να χρησιμοποιούν λογισμικό με επένδυση χαμηλού σχετικά οικονομικού κόστους. Παράλληλα, απαλλάσσει τους τελικούς χρήστες των υπηρεσιών από την υποχρέωση κτήσης εξειδικευμένων γνώσεων και δεξιοτήτων για την συντήρηση και την αναβάθμισή τους. Ωστόσο, το λογισμικό που παρέχεται από το υπολογιστικό νέφος έχει δυνατότητες που ρυθμίζονται από τον πάροχο και όχι από τον ίδιο τον χρήστη. Επιπλέον, ο έλεγχος της συντήρησης και της αναβάθμισης του λογισμικού ανήκει εξ' ολοκλήρου στον πάροχο και γίνεται με βάση την βούληση του παρόχου και όχι του χρήστη.

Τα πλεονεκτήματα των λύσεων PaaS του υπολογιστικού νέφους έχουν επίσης να κάνουν κυρίως με τον περιορισμό του κόστους χρήσης της πλατφόρμας ανάπτυξης. Οι πάροχοι υπηρεσιών υπολογιστικού νέφους προβαίνουν σε όλες τις λεπτομέρειες σχεδιασμού, εγκατάστασης και ανάπτυξης των απαραίτητων συστατικών της πλατφόρμας ανάπτυξης. Η εγκατάσταση του απαραίτητου υλικού και λογισμικού απαιτεί την επένδυση αρκετά μεγάλου οικονομικού ποσού αλλά και την εργασία ανθρώπων με εξειδικευμένες γνώσεις. Ο πελάτης για να χρησιμοποιήσει την πλατφόρμα ανάπτυξης πρέπει να αποκτήσει πρόσβαση σε αυτήν και να χρησιμοποιήσει τις διεπαφές της. Αυτό τον απαλλάσσει από την προμήθεια και συντήρηση του απαραίτητου (και ακριβού) υλικού και λογισμικού. Παράλληλα, οι γνώσεις που απαιτούνται περιορίζονται ακριβώς στην χρήση της πλατφόρμας και δεν επεκτείνονται στην συντήρηση και την αναβάθμιση της. Η μείωση του λειτουργικού κόστους και η οικονομία πόρων όμως οδηγεί στην παραχώρηση στον πάροχο του ελέγχου της λειτουργίας των διατάξεων που χρησιμοποιούνται για την ανάπτυξη λογισμικού. Σε πολλές περιπτώσεις, όπου η ασφάλεια είναι το βασικό ζητούμενο από τις εφαρμογές που πρόκειται να αναπτυχθούν στην πλατφόρμα, κάτι τέτοιο μπορεί να είναι απαγορευτικό. Ένα άλλο μειονέκτημα των PaaS σχετίζεται με την μεταφορά εφαρμογών του πελάτη από έναν πάροχο σε έναν άλλο. Η ανάγκη αυτή μπορεί να προκύψει όταν κάποιος πάροχος αναστείλει την λειτουργία του ή αν διαφωνήσει με τον πελάτη για τους όρους συνεργασίας τους. Καθώς η προσαρμογή των εφαρμογών ενδέχεται να είναι μία δύσκολη και χρονοβόρα διαδικασία μπορεί να προκληθεί καθυστέρηση του χρονοδιαγράμματος εφαρμογών ή ακόμα και ολική απώλεια της εξέλιξης των έργων που έχουν αναληφθεί.

Στην λύση των υπηρεσιών υλικού εξοπλισμού καταφεύγουν κυρίως οργανισμοί οι οποίοι επιθυμούν να διατηρήσουν όσο το δυνατόν χαμηλότερο το κόστος εγκατάστασης και συντήρησης των πληροφοριακών συστημάτων που υποστηρίζουν τις επιχειρησιακές τους διαδικασίες. Στην περίπτωση αυτή, δεν απαιτούνται δαπάνες για την προμήθεια και συντήρηση ακριβού εξοπλισμού στο οποίο θα προσαρμοστούν οι απαραίτητοι υπολογιστικοί πόροι καθώς η μέριμνα αυτή μετατίθεται στον πάροχο των υπηρεσιών υπολογιστικού νέφους. Παράλληλα, ο οργανισμός δεν υποχρεούται να απασχολεί προσωπικό για την συντήρηση και αναβάθμιση σχετικών υποδομών. Το προσωπικό αυτό το διαθέτει ο πάροχος ο οποίος είναι υπόλογος απέναντι στον οργανισμό για την συνεχή και αποδοτική λειτουργία του εξοπλισμού. Η ομαλή λειτουργία του εξοπλισμού απαιτεί και την εξασφάλισή του από κάθε κίνδυνο. Το υλικό μέρος που διατίθεται στον οργανισμό πελάτη πρέπει να είναι τοποθετημένο σε

κτιριακές εγκαταστάσεις που να πληρούν όλες τις απαραίτητες προϋποθέσεις για αδιάλειπτη, αποδοτική και ασφαλή λειτουργία. Παράλληλα, είναι ανάγκη οι υπολογιστικοί πόροι που εγκαθίστανται στο υλικό να προστατεύονται και από κατάλληλο λογισμικό. Η φύση του εξοπλισμού που απαιτείται σε μεγάλους οργανισμούς είναι τέτοια που οποιαδήποτε αναπροσαρμογή του είναι μια ιδιαίτερα επίπονη και κοστοβόρα διαδικασία. Ο πάροχος αναλαμβάνει να κάνει τις αναπροσαρμογές αυτές όποτε απαιτηθεί με διαφάνεια προς τον πελάτη. Όπως σε όλες τις περιπτώσεις παροχής υπηρεσιών νεφούπολογιστικής, η διατήρηση του ελέγχου του υλικού εξοπλισμού στην μεριά του παρόχου αποτελεί ένα μειονέκτημα το οποίο οξύνεται όσο πολύτιμες είναι οι λειτουργίες που εξυπηρετούν ή τα δεδομένα που διατηρούν και διακινούν.

Η χρήση υπηρεσιών υπολογιστικού νέφους απαιτεί εκ μέρους του πελάτη την πρόσβαση σε διαδικτυακή σύνδεση κατάλληλης ποιότητας. Η κατάσταση παγκοσμίως όσο αφορά την ποιότητα των διαδικτυακών συνδέσεων είναι αρκετά αναβαθμισμένη, ωστόσο σε ορισμένες περιοχές του πλανήτη απαιτείται να γίνει συστηματική προσπάθεια βελτίωσης. Στον πίνακα 1 φαίνονται τιμές μετρικών σχετικών με την ποιότητάς της διαδικτυακής πρόσβασης. Σε αυτόν διαπιστώνεται ότι η ποιότητα της είναι αρκετά υψηλή σε όλον τον κόσμο ενώ τα περιθώρια βελτίωσης είναι μεγαλύτερα σε Ευρώπη, Αυστραλία και Ασία (InternetTrafficReport 2016).

| ΗΠΕΙΡΟΣ | ΓΕΝΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ (100) | ΜΕΣΟΣ ΧΡΟΝΟΣ ΑΠΟΚΡΙΣΗΣ | ΜΕΣΗ ΑΠΩΛΕΙΑ ΠΑΚΕΤΩΝ |
|----------------|-------------------------|------------------------|----------------------|
| ΑΣΙΑ | 88 | 110 ms | 0 % |
| ΑΥΣΤΡΑΛΙΑ | 86 | 138 ms | 0 % |
| ΕΥΡΩΠΗ | 87 | 124 ms | 0 % |
| ΒΟΡΕΙΑ ΑΜΕΡΙΚΗ | 96 | 35 ms | 0 % |
| ΝΟΤΙΑ ΑΜΕΡΙΚΗ | 94 | 57 ms | 0 % |

Επομένως, η ποιότητα των υπηρεσιών που διαθέτει στον πελάτη ο πάροχος δεν είναι μία συνάρτηση με αποκλειστική παράμετρο το πόσο επενδύει ο δεύτερος σε υποδομές, υλικό και λογισμικό αλλά και εξαρτάται από την ποιότητα των διαδικτυακών συνδέσεων που υφίστανται στην περιοχή ανάπτυξης του νέφους.

Εν κατακλείδι, η υιοθέτηση των υπηρεσιών της νεφούπολογιστικής παρουσιάζει τα εξής πλεονεκτήματα:

- Μείωση του κόστους ανάπτυξης πληροφοριακών συστημάτων και λειτουργιών
- Μείωση του κόστους συντήρησης πληροφοριακών συστημάτων και λειτουργιών
- Εξάλειψη της ανάγκης διατήρησης εξειδικευμένων γνώσεων

Το βασικότερο μειονέκτημα της χρήσης υπηρεσιών νεφούπολογιστικής είναι το γεγονός ότι ο έλεγχος των συστατικών του πληροφοριακού συστήματος παραμένει στον πάροχο. Ο πελάτης, ωστόσο, διασφαλίζεται από τις επιταγές και τις ρήτρες που προβλέπουν οι γραπτές συμφωνίες με τους παρόχους. Επίσης, σημαντικό περιορισμό της απόδοσης πληροφοριακών συστημάτων που βασίζονται στην νεφούπολογιστική μπορεί να αποτελέσει η ποιότητα της διαθέσιμης διαδικτυακής σύνδεσης. Όμως το ζήτημα αυτό έχει αποτελεσματικά αντιμετωπιστεί ή υφίσταται υψηλή δυναμική αντιμετώπισής του παγκοσμίως.

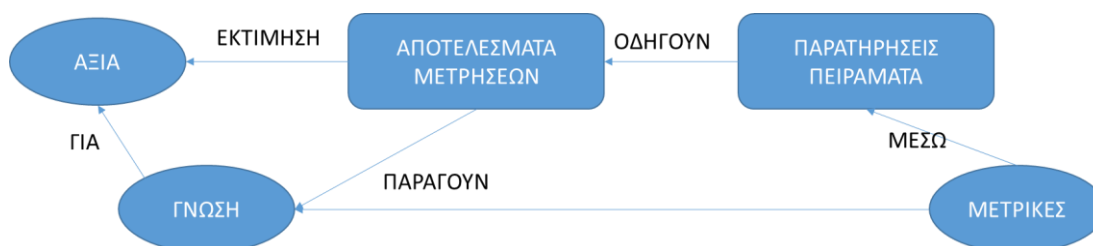
3. Επιλογή Παρόχου και Γνωστά Υπολογιστικά Νέφη

3.1 Κριτήρια Επιλογής Παρόχου

Οι λύσεις της νεφοϋπολογιστικής είναι σχετικά νέες και έτσι μέχρι σήμερα δεν έχει επιτευχθεί κάποιου ικανοποιητικού επιπέδου τυποποίηση όσον αφορά την παροχή και την χρήση τους. Αποτέλεσμα αυτού είναι να παρατηρούνται σημαντικές διαφοροποιήσεις από πάροχο σε πάροχο ως προς τις τεχνολογίες και τα πρωτόκολλα που χρησιμοποιούνται. Παράλληλα, ο ανταγωνισμός μεταξύ των παρόχων είναι σε πρώιμο στάδιο με αποτέλεσμα οι διαφοροποιήσεις μεταξύ τους να επεκτείνονται και σε θέματα πολιτικών ασφαλείας και τιμολόγησης. Αποτέλεσμα αυτής της έλλειψης τυποποίησης είναι να καθίσταται η διαδικασία επιλογής παρόχου υπηρεσιών υπολογιστικού νέφους δυσχερής. Ο πελάτης πρέπει να σταθμίσει προδιαγραφές οι οποίες όμως περιγράφονται με αρκετά διαφορετικό τρόπο για κάθε υποψήφιο πάροχο.

Η επιλογή του παρόχου κατ' αρχήν προϋποθέτει ότι ο πελάτης έχει αποκρυσταλλώσει τις απαιτήσεις του από αυτόν. Οποιαδήποτε επιλογή παρόχου μπορεί να αποβεί αναποτελεσματική αν πρωτίστως ο αιτών δεν έχει προσδιορίσει με σαφήνεια το ποιες υπηρεσίες του είναι απαραίτητες από το νέφος για να λειτουργήσει το πληροφοριακό του σύστημα αποδοτικά. Παράλληλα, θα πρέπει οι απαιτήσεις αυτές να αποτυπωθούν πλήρως στην γραπτή συμφωνία με τον πάροχο και ο έλεγχος της ικανοποίησής τους να βασίζεται σε αντικειμενικά μετρήσιμα χαρακτηριστικά. Σημαντικές υπηρεσίες στην λήψη απόφασης για την επιλογή του παρόχου νεφοϋπολογιστικής προσφέρουν κατάλληλες μετρικές οι οποίες περιγράφουν συγκεκριμένα χαρακτηριστικά του υπολογιστικού νέφους καθώς και αντικειμενικές τιμές (συνοδευόμενες από τις αντίστοιχες μονάδες μέτρησης) που βασίζονται σε παρατηρήσεις. Τα φυσικά χαρακτηριστικά του υπολογιστικού νέφους μπορεί να αξιολογηθούν ευκολότερα μέσα από τυποποιημένες διαδικασίες σε αντίθεση με τα χαρακτηριστικά που έχουν να κάνουν με το λογισμικό που χρησιμοποιείται όπου η μέτρηση της ποιότητάς τους απαιτεί τον προσδιορισμό συγκεκριμένων κανόνων και σημασιολογίας.

Στο επόμενο σχήμα παρουσιάζεται η σχέση μεταξύ των χαρακτηριστικών των υπηρεσιών υπολογιστικού νέφους και των μετρικών που σχετίζονται με αυτά.



Εικόνα 5: Σχέση μεταξύ μετρικών και χαρακτηριστικών υπολογιστικού νέφους

Οι υπηρεσίες υπολογιστικού νέφους έχουν ιδιότητες που αντιστοιχούν στα χαρακτηριστικά τους. Η κατανόηση αυτών των ιδιοτήτων είναι σημαντική για να καθοριστούν οι δυνατότητες των υπηρεσιών αυτών. Ένας τρόπος για να επιτευχθεί αυτό είναι η διενέργεια συστηματικών μετρήσεων. Η χρήση μίας μετρικής στα πλαίσια συστηματικών μετρήσεων οδηγεί σε συμπεράσματα για την ιδιότητα κάποιας υπηρεσίας. Μια μετρική παρέχει γνώσεις σχετικά με τις πτυχές της ιδιότητας μέσω του ορισμού της (π.χ. έκφραση, μονάδα, κανόνες). Επίσης, παρέχει τις απαραίτητες πληροφορίες για την επαλήθευση των παρατηρήσεων και των αποτελεσμάτων των μετρήσεων (May 2015). Υπό την έννοια αυτή οι μετρικές μπορεί να χρησιμοποιηθούν για:

- Το προσδιορισμό των απαιτούμενων υπηρεσιών
- Το προσδιορισμό της ποιότητας αυτών.

- Την σαφή αποτύπωση των απαιτήσεων στην γραπτή συμφωνία μεταξύ παρόχου και πελάτη.
- Τον έλεγχο τήρησης των συμφωνηθέντων.
- Τον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών εκείνων τα οποία ενδεχομένως να απαιτούν αναβάθμιση της ποιότητάς τους.

Σήμερα, γίνονται προσπάθειες για την θεσμοθέτηση ενός ενιαίου μετρικού συστήματος για την αξιολόγηση των υπηρεσιών νεφοϋπολογιστικής. Μία τέτοια προσπάθεια είναι αυτή του Cloud Services Measurement Initiative Consortium (CSMIC) που συστάθηκε από το Carnegie Mellon University και αφορά την εκπόνηση ενός σχετικού καταλόγου του Service Measurement Index (SMI) (AdobeSystemsIncorporated 2014). Το SMI είναι ένα πλαίσιο από κρίσιμα χαρακτηριστικά, συσχετιζόμενες ιδιότητες και μέτρα για την σύγκριση:

- Μη νεφοϋπολογιστικών χαρακτηριστικών με αντίστοιχα χαρακτηριστικά των υπολογιστιστών νεφών.
- Νεφοϋπολογιστικών χαρακτηριστικών που προέρχονται από διαφορετικούς παρόχους.

Το SMI ακολουθεί ένα ιεραρχικό μοντέλο προσδιορισμού χαρακτηριστικών όπου στο πρώτο επίπεδο του καθορίζονται επτά κατηγορίες χαρακτηριστικών. Κάθε μία από τις κατηγορίες αυτές διαιρείται σε 4 ή περισσότερες ιδιότητες. Στο τελικό επίπεδο, κατατάσσονται ένα ή περισσότερα μέτρα. Οι κατηγορίες του πρώτου επιπέδου του συστήματος είναι:

1. Υπευθυνότητα (Accountability): Εκτίμηση του κατά πόσο ένας οργανισμός μπορεί να βασιστεί στον πάροχο. Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται:
 - a. Ελεγχιμότητα: Η δυνατότητα που έχει ο πελάτης να διαπιστώνει τον βαθμό κατά τον οποίο ο πάροχος μπορεί να ανταποκρίνεται στις δυνατότητες τις οποίες διατείνεται ότι έχει.
 - b. Συμμόρφωση: Ο βαθμός κατά τον οποίο ο πάροχος ακολουθεί πρακτικές, πολιτικές, προδιαγραφές και διαδικασίες κοινά αποδεκτές.
 - c. Εμπειρία σύναψης συμφωνίας: Το κατά πόσο οι διαδικασίες σύναψης συμφωνίας με τον πάροχο ικανοποιούν τον πελάτη.
 - d. Ικανοποίηση κατά την συνεργασία: Ελέγχεται ο βαθμός κατά τον οποίον ικανοποιείται ο πελάτης κατά την συνεργασία του με τον πάροχο.
 - e. Διακυβέρνηση: Οι διαδικασίες και πρακτικές που ακολουθεί ο πάροχος προκειμένου να εξυπηρετήσει τις απαιτήσεις του πελάτη κατά τον καλύτερο τρόπο.
 - f. Ιδιοκτησία: Το βαθμό κατά τον οποίο ο πελάτης είναι ο ιδιοκτήτης των δεδομένων, του λογισμικού και του υλικού που διαχειρίζεται μέσω του υπολογιστικού νέφους.
 - g. Σταθερότητα δραστηριοτήτων: Η πιθανότητα ο πάροχος να συνεχίσει να υπάρχει ως οντότητα για όσο χρόνο είναι απαραίτητο να εξυπηρετεί τον πελάτη.
 - h. Πιστοποιήσεις: Οι πιστοποιήσεις από αναγνωρισμένες, αξιόπιστες οντότητες για την ποιότητα των υπηρεσιών που διαθέτει ο πάροχος.
 - i. Βαθμός επάρκειας και σεβασμού της Συμφωνίας Επιπέδου Υπηρεσιών (Service Level Agreement SLA): Το συμβόλαιο που υποβάλλει ο πάροχος κατά την συμφωνία είναι τέτοιο που να διασφαλίζει πλήρως την ικανοποίηση των απαιτήσεων του πελάτη από την παροχή των υπηρεσιών υπολογιστικού νέφους.
 - j. Ηθικότητα: Εξετάζεται η ηθική του παρόχου στις σχέσεις του με τους πελάτες αλλά και γενικότερα με το επιχειρησιακό του περιβάλλον.
 - k. Κατάσταση απασχολούμενου προσωπικού: Η κατάσταση αυτή περιγράφει το αν και κατά πόσο το προσωπικό του παρόχου επαρκεί ποιοτικά και ποσοτικά προκειμένου να ανταποκριθεί με επιτυχία στις απαιτήσεις του πελάτη.
 - l. Αλυσίδα εφοδιασμού: Ελέγχεται το αν παρέχεται υποστήριξη των υπηρεσιών από τρίτες (συνεργαζόμενες με τον πάροχο) οντότητες, όπου αυτό απαιτείται.
 - m. Παροχή υποστήριξης: Η τεχνική υποστήριξη που παρέχει ο πάροχος στον πελάτη αξιολογείται για το αν είναι επαρκής ώστε οι υπηρεσίες νεφοϋπολογιστικής που

- προβλέπονται από την μεταξύ τους συμφωνία είναι αδιάλειπτες και αποτελεσματικές.
- n. Βιωσιμότητα: Ελέγχεται το αν ο πάροχος μπορεί να ανταποκριθεί στις προκλήσεις του κοινωνικού, οικονομικού και πολιτικού περιβάλλοντος ώστε να συνεχίσει να υφίσταται και να παρέχει ποιοτικές υπηρεσίες.
2. Προσαρμοστικότητα (Agility): Προσδιορισμός της ευκολίας προσαρμογής στις όποιες αλλαγές. Η ευκολία προσαρμογής χαρακτηρίζεται από:
- a. Ικανότητα προσαρμογής: Αξιολογείται ο βαθμός κατά τον οποίο ο πάροχος μπορεί να ανταποκρίνεται στις μεταβολές των απαιτήσεων των πελατών.
 - b. Ελαστικότητα: Εκτιμάται το κατά πόσο ο πάροχος μπορεί να εναλλάσσει την κατανάλωση των διαθέσιμων πόρων σε κάθε πελάτη ανάλογα με τις συγκεκριμένες ανάγκες τους κάθε δεδομένη στιγμή.
 - c. Επεκτασιμότητα: Εξετάζεται αν μπορεί ο πάροχος να επεκτείνει τις υπηρεσίες που προσφέρει στους πελάτες του καθώς και η ταχύτητα με την οποία μπορεί να το κάνει.
 - d. Ευκαμψία: Εξετάζεται το πόσο εύκολο είναι για έναν πάροχο να προσθέτει ή να αφαιρεί χαρακτηριστικά από τις υπηρεσίες που προσφέρει.
 - e. Φορητότητα: Η ευκολία με την οποία μπορεί να μεταφερθούν οι υπηρεσίες που προσφέρει ένας πάροχος σε ένα άλλον πάροχο.
 - f. Κλιμάκωση: Η ικανότητα του παρόχου να αυξομειώνει τις παρεχόμενες υπηρεσίες που είναι διαθέσιμες προκειμένου να ικανοποιεί τις απαιτήσεις του πελάτη που προβλέπονται από την γραπτή συμφωνία.
3. Διασφάλιση αξιοπιστίας (Assurance): Πόσο πιθανό είναι οι παρεχόμενες υπηρεσίες να λειτουργούν όπως προσδοκείται. Η αξιοπιστία του παρόχου ελέγχεται μέσω της εκτίμησης των:
- a. Διαθεσιμότητα: Εξετάζεται το κατά πόσο οι πεσυμφωνημένες υπηρεσίες υπολογιστικού νέφους είναι διαθέσιμες στον πελάτη όταν αυτό είναι απαιτητό.
 - b. Συντήρηση: Ελέγχεται αν ο πάροχος είναι ικανός να προβαίνει στις περιοδικές και έκτακτες εργασίες συντήρησης των υποδομών, του υλικού και του λογισμικού με διαφάνεια ώστε να εξασφαλίζει την ομαλότητα στην παροχή των υπηρεσιών του.
 - c. Ανακτησιμότητα: Εκτιμάται η ικανότητα του παρόχου να ανακάμψει τις προϋποθέσεις παροχής των υπηρεσιών που συμφωνήθηκαν μετά από ολική τους απώλεια εξαιτίας αστάθμητου παράγοντα.
 - d. Αξιοπιστία: Καταμετράται ο βαθμός κατά τον οποίο είναι διαθέσιμες οι υπηρεσίες του παρόχου υπό την επικράτηση συγκεκριμένων συνθηκών.
 - e. Ανθεκτικότητα / ανοχή σε σφάλματα: Εκτιμάται αν οι υπηρεσίες που διατίθενται από τον πάροχο μπορεί να είναι διαθέσιμες ακόμα και μετά από συμβάντα αστοχίας ή ολικής κατάρρευσης των μηχανισμών του παρόχου.
 - f. Σταθερότητας υπηρεσίας: Η ανοχή των υπηρεσιών σε αλλαγές, αλλοιώσεις και εκτοπίσεις στις διατάξεις του παρόχου.
 - g. Δυνατότητα επισκευής: Καταμέτρηση της ευκολίας διάγνωσης και αποκατάστασης σφαλμάτων και βλαβών που σχετίζονται με τις υπηρεσίες του παρόχου προς τον πελάτη.
4. Οικονομικά (Financial): Ποιο είναι το οικονομικό κόστος των υπηρεσιών και η πολιτική τιμολόγησής τους από τον πάροχο. Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει:
- a. Διαδικασία τιμολόγησης: Ελέγχεται αν και κατά πόσο οι διαδικασίες τιμολόγησης των υπηρεσιών εξυπηρετούν τις ανάγκες
 - b. Κόστος: Εξετάζεται αν η οικονομική ανταμοιβή που αξιώνει ο πάροχος από τον πελάτη ανταποκρίνεται στην ποιότητα και την ποσότητα των παρεχόμενων υπηρεσιών αλλά και τη δυνατότητα του πελάτη να ανταποκριθεί σε αυτές.
 - c. Οικονομική ευελιξία: Ελέγχεται το αν ο πάροχος διευκολύνει σε ικανοποιητικό βαθμό τον πελάτη στην αποπληρωμή των παρεχόμενων υπηρεσιών.

- d. Χρηματοοικονομική διάρθρωση: Εξετάζεται αν η πολιτική παροχής υπηρεσιών και η σύνδεση τους με την αποτίμηση τους εξυπηρετεί σε ικανοποιητικό βαθμό τις απαιτήσεις του πελάτη.
5. Επίδοση (Performance): Πόσο ικανοποιεί τον πελάτη η επίδοση των παρεχόμενων λειτουργιών. Στην κατηγορία αυτή εξετάζονται:
- a. Ακρίβεια: Αξιολογείται ο βαθμός κατά τον οποίο οι υπηρεσίες που προσφέρει ο πάροχος εξυπηρετούν τις ανάγκες του πελάτη.
 - b. Λειτουργικότητα: Ελέγχεται αν τα χαρακτηριστικά των υπηρεσιών είναι αυτά που απαιτούνται από τον πελάτη.
 - c. Διαλειτουργικότητα: Αξιολογείται το αν και σε ποιο βαθμό μπορούν να συνεργαστούν οι λειτουργίες που βασίζονται στο υπολογιστικό νέφος με το υφιστάμενο πληροφοριακό σύστημα του πελάτη ή με άλλα πληροφοριακά συστήματα (είτε αυτά βασίζονται σε τεχνολογίες νεφούπολογιστικής είτε όχι).
 - d. Χρόνος απόκρισης των υπηρεσιών: Εξετάζεται αν ο χρόνος που χρειάζονται οι διατιθέμενες υπηρεσίες για να αποκριθούν στις αιτήσεις των χρηστών είναι ικανοποιητικοί για τους πελάτες με βάση τις απαιτήσεις τους.
 - e. Καταλληλότητα: Εκτιμάται ο βαθμός κατά τον οποίο οι υπηρεσίες του παρόχου είναι οι πλέον κατάλληλες για να ικανοποιήσουν τις απαιτήσεις του πελάτη.
6. Ασφάλεια και Ιδιωτικότητα (Security and Privacy): Εκτίμηση των υπηρεσιών από άποψης ασφαλείας υποδομών, υλικού, λογισμικού και δεδομένων. Η ασφάλεια είναι ένας τομέας του οποίου οι πελάτες πρέπει να εξετάζουν ενδελεχώς. Τα αντικείμενα που εξετάζονται είναι:
- a. Έλεγχος πρόσβασης και διαχείρισης προνομίων: Ελέγχεται η αποτελεσματικότητα και η αξιοπιστία των μηχανισμών ελέγχου πρόσβασης στις υπηρεσίες του υπολογιστικού νέφους. Επίσης ελέγχονται και οι μηχανισμοί που εξετάζουν το ποιος χρήστης μπορεί να έχει πρόσβαση σε ποιες λειτουργίες και σε ποιον βαθμό.
 - b. Γεωγραφική και πολιτική διαχείριση των δεδομένων: Εξετάζεται το αν υφίστανται στην παροχή υπηρεσιών γεωγραφικοί ή πολιτικοί περιορισμοί και πώς αυτοί επηρεάζουν την διάθεση τους.
 - c. Ακεραιότητα δεδομένων: Ελέγχεται το κατά πόσο ο πάροχος μπορεί να διατηρεί τα δεδομένα του πελάτη χωρίς αλλοιώσεις και απώλειες για όσο διάστημα τα φιλοξενεί στις διατάξεις του.
 - d. Απόρρητο των δεδομένων: Εξετάζεται η ικανότητα του παρόχου να διασφαλίζει το απόρρητο των δεδομένων καθώς και η διακριτικότητα του ιδίου κατά τον χειρισμό τους.
 - e. Εξασφάλιση δεδομένων: Εξετάζεται η πιθανότητα απώλειας των δεδομένων που μπορεί να προκληθεί με υπαιτιότητα του παρόχου.
 - f. Φυσική & περιβαλλοντική ασφάλεια: Αξιολογείται το επίπεδο φυσικής και λογικής ασφαλείας των δεδομένων καθώς και των λειτουργιών που υποστηρίζονται.
 - g. Προληπτική προστασία και διαχείρισης ευπαθειών: Αξιολογούνται οι μηχανισμοί προληπτικής προστασίας των διατάξεων του παρόχου από κακόβουλους χρήστες του διαδικτύου ή από άστοχους χειρισμούς. Επίσης ελέγχεται η ικανότητα του να ανταποκρίνεται με επιτυχία στην αναγνώριση και κατάλληλη αντιμετώπιση των ευπαθειών των συστημάτων του.
 - h. Διατήρηση / διάθεση: Καταμετράται το αν η διατήρηση των δεδομένων και του λογισμικού του πελάτη, καθώς και το επίπεδο διαθεσιμότητάς τους είναι στα πλαίσια που θέτουν οι απαιτήσεις του.
 - i. Διαχείριση ασφαλείας: Εκτιμάται αν οι πολιτικές, οι προδιαγραφές και οι μηχανισμοί διαχείρισης ασφαλείας (λογικής ή φυσικής) είναι ικανοποιητικές σε σχέση με τις απαιτήσεις του πελάτη.
7. Ευχρηστία (Usability): Προσδιορισμός του βαθμού ευκολίας των διατιθεμένων υπηρεσιών από τον τελικό χρήστη. Η ευχρηστία αναλύεται στους παρακάτω επιμέρους τομείς:

- a. Προσβασιμότητα: Ελέγχονται οι απαιτήσεις πρόσβασης στις υπηρεσίες υπολογιστικού νέφους και κατά πόσο αυτές είναι συμβατές με τις ανάγκες του πελάτη.
- b. Απαιτήσεις του προσωπικού του πελάτη: Αξιολογείται το αν οι απαιτήσεις χρήσης των παρεχόμενων υπηρεσιών απαιτεί από το προσωπικό του πελάτη εξειδικευμένες γνώσεις και κατά πόσο αυτές οι γνώσεις κατέχονται ή είναι εφικτό να αποκτηθούν σε εύλογο χρονικό διάστημα.
- c. Ευχέρεια εγκατάστασης: Εκτιμάται αν είναι εύκολο να εγκατασταθούν οι απαραίτητοι μηχανισμοί (υλικό ή και λογισμικό) προκειμένου να είναι εφικτή η εκμετάλλευση των υπηρεσιών που προσφέρει ο πάροχος.
- d. Ευχέρεια εκμάθησης: Ενδεχομένως η χρήση των υπηρεσιών να απαιτεί την υποβολή του προσωπικού του πελάτη σε μία εκπαιδευτική διαδικασία. Εκτιμάται το κατά πόσο το υλικό της εκπαιδευτικής αυτής διαδικασίας μπορεί να είναι κατανοητό.
- e. Λειτουργικότητα: Αξιολογείται το πόσο εύκολο είναι για το προσωπικό του πελάτη να χειριστεί τις διεπαφές που προσφέρει ο πάροχος για την διαχείριση των υπηρεσιών του υπολογιστικού νέφους.
- f. Διαφάνεια: Ελέγχεται ο βαθμός απόκρυψης τεχνικών λεπτομερειών από το προσωπικό του πελάτη κατά την διαχείριση των διεπαφών των παρεχόμενων υπηρεσιών.
- g. Ευχέρεια κατανόησης: Εξετάζεται πόσο εύκολο είναι να κατανοηθούν ο ορθός τρόπος χρήσης των διεπαφών καθώς και η τρέχουσα κατάσταση των παρεχόμενων υπηρεσιών από το προσωπικό του πελάτη.

3.2 Συμφωνίες Παροχής Υπηρεσιών (Cloud Service Agreements)

Κάθε συμφωνία παροχής υπηρεσιών (CSA) είναι ένα σύνολο εγγράφων ή συμφωνιών που περιέχουν τους όρους που διέπουν τη σχέση μεταξύ του πελάτη και του παρόχου υπηρεσιών υπολογιστικού νέφους. Επειδή η αγορά του υπολογιστικού νέφους είναι ακόμα υπό ανάπτυξη, οι πελάτες θα πρέπει να γνωρίζουν ότι μπορεί να υπάρχει αναντιστοιχία μεταξύ των προσδοκιών τους και της πραγματικής παροχής υπηρεσιών των παρόχων. Για παράδειγμα όταν δεν προσδιορίζεται σαφώς η γεωγραφική τοποθεσία που αποθηκεύονται τα δεδομένα του πελάτη τότε αυτός δεν γνωρίζει ποια πολιτική θα διέπει το χειρισμό τους από τον πάροχο, καθώς σε κάθε γεωγραφική περιοχή μπορεί να ισχύουν διάφορες διατάξεις για αυτό. Υπό την έννοια αυτή, οι πελάτες χρειάζεται να μελετούν προσεκτικά τους όρους και τις διατάξεις που αναφέρονται στις γραπτές συμφωνίες με τους παρόχους ώστε να διασφαλίζονται σε κάθε κατάσταση που μπορεί να διαμορφωθεί κατά την διάρκεια της συνεργασίας τους. Ένας γενικός κανόνας θέλει τις μεγάλες επιχειρήσεις παροχής υπηρεσιών υπολογιστικού νέφους να είναι άκαμπτες στους όρους συνεργασίας σε αντίθεση με τις μικρές και μεσαίες επιχειρήσεις οι οποίες είναι πιο ευέλικτες αλλά και πιο επιρρεπείς σε υποσχέσεις τις οποίες όμως δεν μπορούν να εκπληρώσουν.

Σε γενικές γραμμές, το CSA αποτελείται από τρία αντικείμενα:

- Την συμφωνία με τον πελάτη (Customer Agreement CA)
- Την πολιτική Αποδεκτής Χρήσης (Acceptable Use Policy AUP)
- Την συμφωνία Επιπέδου Υπηρεσιών (Service Level Agreement SLA)

Πρακτικά η διαίρεση αυτή δεν ισχύει πάντα και για όλους τους παρόχους υπηρεσιών υπολογιστικού νέφους. Ωστόσο αποτελεί χαρακτηριστική περιγραφή της σχέσης τους με τους πελάτες τους.

Η συμφωνία πελάτη της CSA περιγράφει τη συνολική σχέση μεταξύ του πελάτη και του παρόχου. Περιλαμβάνει την περιγραφή της διαχείρισης των υπηρεσιών, τις διαδικασίες που χρησιμοποιούνται από τον πάροχο του νέφους, τον ρητό ορισμό των ρόλων και των ευθυνών των συμβαλλομένων μερών για την εκτέλεση των διαδικασιών που λαμβάνουν χώρα κατά την διάρκεια της συνεργασίας τους. Η Πολιτική Αποδεκτής Χρήσης βρίσκεται σχεδόν σε κάθε συμφωνία. Απαγορεύει τις δραστηριότητες που οι πάροχοι θεωρούν ότι είναι ακατάλληλες ή συνιστούν παράνομη χρήση των υπηρεσιών τους. Μια συμφωνία επιπέδου υπηρεσιών (SLA) στο CSA περιγράφει τα επίπεδα των

παρεχόμενων υπηρεσιών με τη χρήση διαφόρων χαρακτηριστικών, όπως η διαθεσιμότητα, η λειτουργικότητα και η επίδοση. Το SLA καθορίζει τα κατώτατα όρια και τις χρηματικές ποινές που σχετίζονται με τις παραβιάσεις αυτών των κατώτατων ορίων. Καλά σχεδιασμένα SLAs μπορεί να συμβάλουν σημαντικά στην αποφυγή των συγκρούσεων και να διευκολύνουν την επίλυση ζητημάτων που προκύπτουν, πριν κλιμακωθούν σε μεγέθη που μπορεί να οδηγήσουν και στην διακοπή της σχέσης των συμβαλλομένων μερών. Για να εξασφαλιστεί το συμφωνημένο επίπεδο υπηρεσιών, οι πάροχοι υπηρεσιών καταμετρούν τις τιμές συγκεκριμένων μετρικών και παρακολουθούν τις μεταβολές τους. Συχνά υπάρχει μια αναντιστοιχία μεταξύ των μετρήσεων που συλλέγονται και ελέγχονται από τον πάροχο υπηρεσιών και της υψηλότερου επιπέδου λειτουργίας μετρήσεων που διενεργούν οι πελάτες. Αυτό το ζήτημα αντιμετωπίζεται σε όλα τα μοντέλα υπηρεσιών, αλλά είναι οξύτερο για υπηρεσίες SaaS καθώς οι πελάτες θέλουν τα επίπεδα υπηρεσιών να τηρούνται κατά την χρήση τους. Ωστόσο αυτά τα επίπεδα εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες και το γεγονός αυτό είναι η αιτία που δεν μπορεί να δοθούν ρητές και ακριβείς εγγυήσεις για το επίπεδο των SaaS. Οι εγγυήσεις για το επίπεδο υπηρεσιών για το IaaS καθορίζονται ακριβέστερα από ό, τι για το SaaS ή το PaaS. Οι περισσότερες υπηρεσίες δημοσίων νεφών είναι διαθέσιμες μόνο μέσω αδιαπραγμάτευτων τυποποιημένων συμβάσεων που περιορίζουν αυστηρά την ευθύνη του παρόχου. Ως αποτέλεσμα, τα ένδικο μέσα που προσφέρονται σε περίπτωση μη συμμόρφωσης δεν εξασφαλίζουν επαρκώς τον πελάτη σε περιπτώσεις πιθανών διαταραχών των υπηρεσιών. Επιπλέον, οι περισσότεροι πάροχοι IaaS μεταθέτουν την επιβάρυνση της διαπίστωσης παραβίασης SLA στην χρέωση των πελατών τους. Στις περισσότερες περιπτώσεις οι πάροχοι δεν επιστρέφουν καταβληθέντα σε αυτούς ποσά αλλά διαθέτουν δωρεάν μελλοντικές υπηρεσίες με σκοπό, προφανώς, να διατηρήσουν εν ισχύ την συσχέτισή τους με αυτούς προσβλέποντας σε αναστροφή του αρνητικού κλίματος. Η αύξηση του ανταγωνισμού μεταξύ των παρόχων αλλά και του ενδιαφέροντος των επιχειρήσεων και των οργανισμών για εξυπηρέτηση από το υπολογιστικό νέφος ωθεί του πρώτους να προσφέρουν πιο συμφέρουσες συμφωνίες στους πελάτες τους. Ένα ακόμα στοιχείο που μπορεί να επηρεάσει την διαμόρφωση μίας συμφωνίας είναι το μέγεθος του πελάτη. Όσο μεγαλύτερος είναι ο οργανισμός τόσο ευκολότερα μπορεί να ασκήσει πιέσεις στον πάροχο προκειμένου να καταφέρει καλύτερη εξασφάλιση των προσδοκώμενων υπηρεσιών.

Η διαδικασία αξιολόγησης και επιλογής του παρόχου που προσφέρει τις καλύτερες εγγυήσεις για τις υπηρεσίες που προσφέρει, σε γενικές γραμμές είναι:

1. Κατανόηση των ρολών και των ευθυνών: Σε μία συμφωνία μεταξύ πελάτη και παρόχου, χρειάζεται πρωτίστως να προσδιοριστούν οι αρμοδιότητες και οι ευθύνες ενός εκάστου. Γενικότερα ορίζονται τρεις βασικοί ρόλοι για την νεφροϋπολογιστική:
 - a. Πελάτης
 - b. Πάροχος
 - c. Συνεργάτης ο οποίος παρέχει υπηρεσίες υποστήριξης τόσο στον πάροχο όσο και στον πελάτη.

Στο παρακάτω διάγραμμα περιπτώσεων χρήσης φαίνονται συνοπτικά οι εργασίες που αποδίδονται σε κάθε ρόλο.



Εικόνα 6: Ρόλοι στην παροχή υπηρεσιών υπολογιστικού νέφους

2. Αξιολόγηση των πολιτικών σε επίπεδο επιχειρήσεων: Οι πελάτες θα πρέπει να εξετάζουν τις απαιτήσεις της πολιτικής και συμμόρφωσης που αναφέρονται σε ένα CSA, δεδομένου ότι υπάρχουν αλληλεξαρτήσεις μεταξύ των πολιτικών που εκφράζονται σε αυτήν, της επιχειρηματικής στρατηγικής και των πολιτικών που αναπτύσσονται στην επιχείρησή τους. Οι πολιτικές του παρόχου που αφορούν τα δεδομένα, όπως εκφράζονται στην CSA, είναι ίσως οι πιο κρίσιμες πολιτικές σε επιχειρηματικό επίπεδο και θα πρέπει να αξιολογηθεί προσεκτικά. Οι υποχρεώσεις του παρόχου απέναντι στους πελάτες του για τα δεδομένα τους διέπονται από έναν πολύπλοκο συνδυασμό που περιλαμβάνει:

- Τις απαιτήσεις των πελατών,
- Την νομοθεσία περί προστασίας δεδομένων που ισχύουν για τον πελάτη, καθώς και σε μεμονωμένους χρήστες
- Τους νόμους και τους κανονισμούς που ισχύουν στην γεωγραφική περιοχή όπου είναι εγκατεστημένα τα δεδομένα.

Οι πελάτες θα πρέπει να εξετάζουν αυτά τα νομικά ζητήματα και το πώς οι CSA χειρίζονται θέματα όπως η ελεύθερη κυκλοφορία των δεδομένων και η αποθήκευσή τους σε διαφορετικές τοποθεσίες όπου ισχύουν διαφορετικοί νόμοι που διέπουν τον χειρισμό τους. Το θέμα της δικαιοδοσίας αποκτά πρόσθετη πολυπλοκότητα όταν χρειάζεται να λαμβάνεται υπόψη η παγκόσμια συμμόρφωση ή όταν χρησιμοποιούνται πολλαπλά υπολογιστικά νέφη από διαφορετικούς παρόχους. Σε αυτές τις περιπτώσεις, ο πελάτης θα πρέπει να επιτύχει μέσω των διαπραγματεύσεων με τον πάροχο, την εξασφάλιση της καλύτερης δυνατής διαχείρισης και προστασίας των δεδομένων τους. Επιπλέον θα πρέπει οι πελάτες να διασφαλίζουν την προσαρμογή της παροχής των υπηρεσιών υπολογιστικού νέφους στον τρόπο λειτουργίας της επιχείρησής τους προκειμένου να εξασφαλίζεται η μέγιστη δυνατή αποδοτικότητα των πληροφοριακών τους συστημάτων.

3. Κατανόηση των διαφορών ανάμεσα στα μοντέλα υπηρεσιών και ανάπτυξής τους: Οι υπηρεσίες που προσφέρονται από τους παρόχους συνήθως εμπίπτουν σε μία από τις τρεις κατηγορίες μοντέλων παροχής υπηρεσιών. Για μία από αυτές τις κατηγορίες, υπάρχουν σημαντικές διαφορές στα επίπεδα αφαίρεσης των πόρων που περιλαμβάνονται στο υπολογιστικό νέφος, οι στόχοι του επιπέδου υπηρεσιών και οι βασικοί δείκτες απόδοσης ενδεχομένως συμπεριλαμβάνονται σε ένα CSA. Το επίπεδο της σαφήνειας

διαφέρει σημαντικά για κάθε μοντέλο υπηρεσίας. Για να αυξηθεί η αποτελεσματικότητα, τα άρθρα της CSA θα πρέπει να αναφέρονται σε μετρήσιμα μεγέθη που θα πρέπει να περιλαμβάνουν:

- a. Υπηρεσίες που θα πρέπει να παρασχεθούν και το προϊόν που θα πρέπει να παράγουν
 - b. Βασικούς Δείκτες Απόδοσης και το επίπεδο των υπηρεσιών που είναι αποδεκτό για κάθε ένα από αυτούς
 - c. Τρόπους με τους οποίους πρόκειται να γίνει η μέτρηση
 - d. Τα εμπλεκόμενα μέρη και τις ευθύνες τους
 - e. Προδιαγραφές των σχετικών αναφορών
 - f. Κίνητρα για τον πάροχο υπηρεσιών να ανταποκριθεί στις υποχρεώσεις του
4. Προσδιορισμός κρίσιμων στόχων απόδοσης: Οι στόχοι απόδοσης στα πλαίσια των υπηρεσιών υπολογιστικού νέφους έχουν άμεση σχέση με την αποτελεσματικότητα και την ακρίβεια τους. Τυπικά, οι εκτιμήσεις απόδοσης περιλαμβάνουν τη διαθεσιμότητα, το χρόνο απόκρισης και την ταχύτητα επεξεργασίας, αλλά μπορεί να περιλαμβάνουν πολλές άλλες ειδικές μετρικές ποιότητας απόδοσης. Οι πελάτες πρέπει να εντοπίζουν τα χαρακτηριστικά αυτά και να ελέγχουν αν εξασφαλίζονται μέσα από τις διατάξεις του CSA. Τα συνηθέστερα χαρακτηριστικά που περιλαμβάνονται στις συμφωνίες είναι η διαθεσιμότητα και ο χρόνος απόκρισης.
5. Αξιολόγηση των απαιτήσεων ασφάλειας και προστασίας της ιδιωτικότητας: Οι κίνδυνοι που αντιμετωπίζουν τα παραδοσιακά πληροφοριακά συστήματα δεν διαφέρουν από εκείνα που βασίζονται σε τεχνολογίες του υπολογιστικού νέφους. Αυτό που διαφέρει είναι το γεγονός η διαχείριση των δεδομένων του πελάτη (ως έναν βαθμό τουλάχιστον) γίνεται από τον πάροχο. Αυτό δημιουργεί την ανάγκη για διασφάλιση των πελατών όσον αφορά την διατήρηση της ασφάλειας και της ιδιωτικότητας των δεδομένων. Κατά συνέπεια, θα πρέπει να επιζητούν την ρητή αναφορά στην συμφωνία σε όλους τους πιθανούς κινδύνους καθώς και τον τρόπο με τον οποίο δύναται να αντιδράσει ο πάροχος. Επιπρόσθετος χρειάζεται να καταγράφεται σαφώς στην συμφωνία ποιες θα είναι οι κυρώσεις και οι ρήτρες απέναντι στον πάροχο σε περίπτωση αδυναμίας των μηχανισμών ασφαλείας του. Παράλληλα, είναι απαραίτητος και ο σαφής διαχωρισμός των αρμοδιοτήτων σε ζητήματα ασφαλείας μεταξύ πελάτη και παρόχου.
6. Προσδιορισμός απαιτήσεων διαχείρισης υπηρεσιών: Ο πελάτης θα πρέπει να είναι σίγουρος ότι η διαχείριση των υπηρεσιών που απολαμβάνει είναι στην δικαιοδοσία ενός φορέα που έχει την ικανότητα να το πραγματοποιεί αποδοτικά. Αυτό μπορεί να γίνει με την εισαγωγή διατάξεων στην συμφωνία που να καθορίζονται με σαφήνεια τα αντικειμενικά κριτήρια αποδοτικότητας της διαχείρισης, η ύπαρξη μετρικών σχετικών για την αποδοτικότητα της διαχείρισης και οι διεπαφές παρακολούθησής τους από τον πελάτη. Παράλληλα, ο πάροχος υποχρεούται να παρέχει στον πελάτη αναφορά για την ποιότητα των υπηρεσιών που προσφέρει. Ο τρόπος και η συχνότητα των ενημερώσεων αυτών πρέπει ρητά να αναφέρεται στην συμφωνία. Η ποιότητα και η ποσότητα των υπηρεσιών πρέπει να υπόκεινται σε ένα αξιόπιστο σύστημα μέτρησης ώστε να είναι δυνατή και η τιμολόγηση τους. Το σύστημα αυτό πρέπει να περιγράφεται με ακρίβεια και σαφήνεια στην συμφωνία όπως επίσης και η τιμολογιακή πολιτική που θα διέπει την σχέση πελάτη και παρόχου. Στην συμφωνία εκτός αυτών πρέπει να προβλέπονται επ' ακριβώς η ταχύτητα και το κόστος για αλλαγές στην έκταση, την φύση και τις ρυθμίσεις των υπηρεσιών καθώς και ο τρόπος με τον οποίο αυτές θα συμβούν όταν ο πελάτης κρίνει ότι αυτό είναι απαραίτητο.
7. Προετοιμασία για τη διαχείριση της αποτυχίας των υπηρεσιών: Στην συμφωνία χρειάζεται επιπλέον να προβλέπεται η περίπτωση της αποτυχίας προσφοράς των πεσυμφωνημένων υπηρεσιών είτε ως προς την ποιότητά τους, είτε ως προς την ποσότητά τους. Αυτό προϋποθέτει ότι θα πρέπει να συμφωνηθούν μεθοδολογίες ελέγχου κατά πόσο ο πελάτης απολαμβάνει τις υπηρεσίες που έχουν συμφωνηθεί καθώς επίσης και τα επίπεδα αυτά της αδυναμίας που δύνανται να οδηγήσουν τον πελάτη σε απαίτηση κυρώσεων εναντίον του παρόχου. Οι μηχανισμοί που ανιχνεύουν και ειδοποιούν πελάτη και πάροχο

για αδυναμία παροχής των συμφωνημένων υπηρεσιών θα πρέπει να είναι κοινά αποδεκτοί από τα συμβαλλόμενα μέρη αφού μετά την επίτευξη της συμφωνίας θα αποτελούν τον οδηγό για την διαχείριση των αποτυχιών. Η συμφωνία επίσης θα πρέπει να περιγράφει αναλυτικά τις ενέργειες που είναι υποχρεωμένοι να προβαίνουν πάροχος και πελάτης για την διαχείριση των τυχών αποτυχιών που θα ανιχνευθούν καθώς και το χρονικά διαστήματα ανοχής του προσδιορισμού των αιτίων της αποτυχίας και της αποκατάστασης τους.

8. Κατανόηση του σχεδίου αποκατάστασης των καταστροφών: Η καταστροφή υλικού και λογισμικού όσο και επώδυνο κι αν είναι για τα πληροφοριακά συστήματα, υπάρχει πάντα ως πιθανότητα. Ο πελάτης χρειάζεται να γνωρίζει το πώς ο πάροχος σχεδιάζει να αντιδράει στα ενδεχόμενα αυτά καθώς και ποια είναι η εκτίμησή του για το χρονικό διάστημα που χρειάζεται για την αποκατάσταση των πληγέντων συστατικών του πληροφοριακού συστήματος. Τα στοιχεία αυτά χρειάζεται να αναφέρονται λεπτομερώς με τους απαραίτητους τεχνικούς όρους. Στην περίπτωση αυτή μπορεί να εκτιμήσει αν οι μηχανισμοί αποκατάστασης καταστροφών είναι ικανοί να διασφαλίσουν την ελάχιστη απώλεια σε επιχειρησιακούς όρους καθώς και το κατά πόσο ο χρόνος αποκατάστασης μπορεί να αποβεί ζημιογόνος για την επιχείρησή του.
9. Ανάπτυξη αποτελεσματικής διαδικασίας διαχείρισης: Η συμφωνία θα πρέπει να εξασφαλίζει την ικανότητα της πλευράς του πελάτη να διαχειρίζεται τις διεπαφές των υπηρεσιών που του παρέχει ο πάροχος. Ο πελάτης μέσω των διεπαφών αυτών μπορεί να διαχειρίζεται όλα τα χαρακτηριστικά που είναι απαραίτητα για τον έλεγχο της ποιότητας και της ποσότητας των παρεχόμενων υπηρεσιών. Παράλληλα, διατίθενται διεπαφές μέσω των οποίων δίνεται η δυνατότητα στον πελάτη να ρυθμίζει και να προσαρμόζει τις προσφερόμενες υπηρεσίες κάθε φορά με τρόπο τέτοιο που να του εξασφαλίζει την μέγιστη δυνατή αποδοτικότητα. Η συμφωνία πρέπει να περιγράφει με σαφήνεια τόσο τις δυνατότητες των διεπαφών όσο και τον τρόπο με τον οποίο μπορεί να τις χειριστεί. Ενδεχομένως να προβλέπεται και κάποιου είδους εκπαιδευτική διαδικασία ή και επαρκής τεχνική υποστήριξη.
10. Διαδικασία εξόδου: Μία συμφωνία χρειάζεται να προβλέπει και την διαδικασία που πρέπει να ακολουθηθεί για να τερματιστεί. Χρειάζεται δηλαδή να περιγράφεται το χρονικό διάστημα ισχύος της συμφωνίας αλλά και όλες οι καταστάσεις που μπορεί να οδηγήσουν στην ματαίωσή της. Σε περιπτώσεις ματαίωσης της συμφωνίας, αυτή θα πρέπει σαφώς να υποδεικνύει το υπαίτιο συμβαλλόμενο μέρος καθώς και τις συνέπειες που αυτή επισύρει (Cloud Council 2015).

Η σύνταξη μίας γραπτής συμφωνίας μεταξύ παρόχου και πελάτη στην πραγματικότητα στηρίζεται στην από κοινού ερμηνεία των τεχνικών και νομικών όρων που χαρακτηρίζουν την παροχή των υπηρεσιών. Επειδή η νεφούπολογιστική είναι μία σχετικά νέα προσέγγιση στην ανάπτυξη πληροφοριακών συστημάτων (οποιασδήποτε κλίμακας) με ρευστή ακόμα τεχνική και νομική περιγραφή, οι συμφωνίες αυτές αποκτούν ιδιαίτερη σημασία όχι μόνο για την εξασφάλιση των συμβαλλομένων μερών αλλά και για την διαχρονική επιτυχία της ίδιας. Αν το ποσοστό αποτυχημένων συνεργασιών στα πλαίσια των υπολογιστικών νεφών είναι υψηλό τότε πλήττεται στο σύνολό της η αξιοπιστία των τεχνολογιών της. Είναι έτσι ανάγκη να καταρτιστεί ένα ενιαίο αντικειμενικό σύστημα περιγραφής των ορολογιών που σχετίζονται με το υπολογιστικό νέφος και την παροχή των υπηρεσιών του με τεχνικούς και νομικούς όρους (Myerson 2013). Μία τέτοια εξέλιξη σε συνδυασμό με πιθανή ανάπτυξη διεθνούς σχετικού νομικού πλαισίου θα αναβάθμιζε την αξιοπιστία της προσέγγισης και θα βελτίωνε την αποδοχή της από τους οργανισμούς και τους μεμονωμένους χρήστες.

3.3 Γνωστοί Πάροχοι

3.3.1 Amazon

Η Amazon αποτέλεσε έναν από τους πρωτοπόρους της παροχής λύσεων cloud computing. Εκμεταλλεύτηκε την πολυετή ενασχόληση της με τις εφαρμογές του διαδικτύου, την τεχνογνωσία που ανέπτυξε καθώς και τις υψηλών τεχνικών προδιαγραφών εγκαταστάσεις της. Οι κυριότερες από τις

υπηρεσίες που προσφέρει και οι οποίες απευθύνονται όχι μόνο σε επιχειρήσεις αλλά και σε μεμονωμένους χρήστες του διαδικτύου, περιλαμβάνουν:

- Elastic Compute Cloud – Εικονικά υπολογιστικά συστήματα ευρείας κλίμακας για μεγάλους οργανισμούς.
- Simple Storage Engine – Πεπερασμένου μεγέθους αποθηκευτικός χώρος.
- Simple Queue Service – Σύστημα επικοινωνίας μεταξύ υπολογιστικών συστημάτων επιχειρήσεων.
- Simple Data base – Υπηρεσία εγκατάστασης βάσεων δεδομένων.

3.3.2 AT&T

Η AT&T παρέχει στους πελάτες της υπηρεσίες φιλοξενίας εφαρμογών σε εξυπηρετητές της. Παράλληλα προσφέρει όλες τις απαραίτητες υπηρεσίες για την δικτύωση και την εξασφάλιση των εφαρμογών αυτών. Ο οργανισμός χρησιμοποιεί εικονικό αποθηκευτικό χώρο και εξυπηρετητές για τους πελάτες της και διαχειρίζεται τους απαιτούμενους πόρους ανάλογα με την ζήτηση κάθε δεδομένη στιγμή. Η τιμολόγηση των υπηρεσιών που παρέχει είναι ανάλογη με την χρήση τους από τους πελάτες. Οι τελευταίοι μπορούν να διαχειρίζονται τις υπηρεσίες τους από κατάλληλες διαδικτυακές διεπαφές ενώ βάσει των συμφωνιών με την εταιρεία παρέχεται εξατομικευμένη υποστήριξη καθώς και έλεγχος καλής λειτουργίας.

3.3.3 Google

Η Google παρέχει υπηρεσίες υπολογιστικού νέφους οι οποίες έχουν διεισδύσει έντονα ανάμεσα στους καταναλωτές. Οι δημοφιλέστερες υπηρεσίες της αφορούν SaaS (ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, ημερολόγιο, επεξεργαστή κειμένου). Παρέχει επίσης την δημοφιλή PaaS Google App Engine η οποία δίνει την δυνατότητα σε προγραμματιστές να αναπτύξουν τις δικές τους εφαρμογές. Πιο συγκεκριμένα, δίνει την δυνατότητα:

- να αναπτύξει το κώδικα της εφαρμογής,
- να μπορέσει να απορροφήσει την αύξηση της αποδοχής της εφαρμογής του εξισορροπώντας τον φόρτο που δέχεται με την βοήθεια της κλιμακούμενης υποδομής που παρέχεται,
- να χρησιμοποιήσει τα συστατικά της βιβλιοθήκης API της Google

3.3.4 GoGrid

Η GoGrid προσφέρει υπηρεσίες αποθήκευσης τις οποίες οι πελάτες της μπορούν να διαχειρίζονται μέσω του διαδικτύου. Οι πόροι διατίθενται με την μορφή εικονικών εξυπηρετητών (windows ή Linux) με προεγκατεστημένο ένα σύνολο από βασικό λογισμικό (apache, mysql, sql server, php). Τις υπηρεσίες της χρησιμοποιούν αρκετές εταιρείες παροχής λύσεων SaaS αλλά και κάποιες μεγάλες επιχειρήσεις οι οποίες επιθυμούν να δοκιμάσουν τις εφαρμογές που αναπτύσσουν.

3.3.5 Microsoft

Η Microsoft έχει παρουσία στην αγορά των υπηρεσιών νεφοϋπολογιστικής με το Windows Azure. Αποτελεί ένα λειτουργικό σύστημα το οποίο επιτρέπει σε επιχειρήσεις και ιδιώτες να χρησιμοποιούν εφαρμογές των Windows αλλά και να αποθηκεύουν δεδομένα και πληροφορίες χρησιμοποιώντας τα κέντρα δεδομένων της Microsoft. Οι υπηρεσίες που προσφέρει η Microsoft μέσω του υπολογιστικού νέφους επιγραμματικά είναι:

- Windows Azure – Υπηρεσίες φιλοξενίας εφαρμογών, διαχείρισης και αποθήκευσης δεδομένων, υπολογιστικές και δικτυακές λειτουργίες.

- Microsoft SQL Services – Υπηρεσίες ανάπτυξης και διαχείρισης βάσεων δεδομένων
- Microsoft .NET Services – Υπηρεσίες ανάπτυξης εφαρμογών με χρήση των χαρακτηριστικών της πλατφόρμας .NET.
- Live Services: Διαμοιρασμός, αποθήκευση, συγχρονισμός αρχείων και εγγράφων μεταξύ χρηστών του διαδικτύου.
- SharePoint Services – Υπηρεσίες κλιμάκωσης δικτυακών τόπων σε ένα οργανισμό.
- Microsoft Dynamics CRM online – On Demand υπηρεσίες διαχείρισης σχέσεων οργανισμών με το κοινό τους.
- Exchange Online – Υπηρεσίες ανταλλαγής επαγγελματικής ηλεκτρονικής αλληλογραφίας.

3.3.6 NetSuite

Η NetSuite είναι πάροχος υπηρεσιών νεφούπολογιστικής SaaS. Το λογισμικό που παρέχει στους πελάτες της έχει να κάνει με εφαρμογές ηλεκτρονικού εμπορίου, διαχείρισης σχέσης επιχείρησης πελατών (Customer Relationship Management–CRM), λογιστικής διαχείρισης και ενδοεπιχειρησιακού σχεδιασμού (Enterprise Resource Planning – ERP).

3.3.7 RackSpace Cloud

Η Rackspace προσφέρει τρία είδη υπηρεσιών υπολογιστικού νέφους:

- Πλατφόρμα ανάπτυξης δικτυακών τόπων (Cloud Sites).
- Υπηρεσία ανάπτυξης αποθηκευτικών χώρων (Cloud Files).
- Υπηρεσία πρόσβασης και διαχείρισης εικονικών εξυπηρετητών (Cloud Servers).

Αποτελεί δημοφιλή λύση ανάμεσα σε επιχειρήσεις που επιθυμούν να έχουν μία παρουσία στο διαδίκτυο με έναν δικτυακό τόπο που να παρέχει στους επισκέπτες τους υψηλού επιπέδου υπηρεσίες.

3.3.8 Right Scale

Με την SaaS πλατφόρμα της, η Right scale βοηθά τους πελάτες της να διαχειρίζονται τις διαδικασίες IT που τρέχουν στις διατάξεις παρόχων υπηρεσιών υπολογιστικού νέφους όπως η Amazon και η GoGrid. Η Right scale βοηθά τους πελάτες να δημιουργήσουν και να κλωνοποιήσουν virtual servers στο υπολογιστικό νέφος, εκτελεί εξισορρόπηση φορτίου ανταποκρινόμενη σε έντονα μεταβαλλόμενες ανάγκες, λαμβάνει αυτόματα αντίγραφα ασφαλείας και υποστηρίζει την δημιουργία εκθέσεων παρακολούθησης και ασφαλείας.

3.3.9 Salesforce

Η Sale Force αποτελεί ένα σύνολο ισχυρών εργαλείων διαχείρισης σχέσης επιχείρησης και πελατών (Customer Relationship Management). Σε αυτό το σύνολο ενυπάρχουν εφαρμογές για κοινωνική δικτύωση, προωθητικές ενέργειες (marketing) και παραγωγή και παρακολούθηση στατιστικών στοιχείων και τάσεων (analytics). Η εταιρεία επίσης προσφέρει στους πελάτες της υπηρεσίες ανάπτυξης και φιλοξενίας διαδικτυακών εφαρμογών.

3.3.10 EMC

Η EMC είναι πάροχος που μπορεί και προσφέρει κάθε κατηγορίας υπηρεσίες νεφούπολογιστικής. Πιο αναλυτικά παρέχει λύσεις για:

- Εικονικοποιημένη διαχείριση κέντρων δεδομένων
- Υπηρεσίες αποδοτικής και ασφαλούς αρχειοθέτησης
- Λήψη αντιγράφων ασφαλείας και ανάκτηση
- Αποδοτική διαχείριση περιεχομένου
- Διαχείριση πληροφοριών
- Λειτουργίες διαχείρισης μηχανογραφικού πληροφοριακού συστήματος
- Διαθεσιμότητα δεδομένων και λογισμικού σε πολλαπλές θέσεις
- Έλεγχο πρόσβασης και προστασία δεδομένων

3.3.11 Netap

Η Netap είναι από τις πρώτες εταιρίες παροχής υπηρεσιών cloud computing. Οι υπηρεσίες αυτές περιλαμβάνουν συνένωση κέντρων δεδομένων, υπηρεσίες αποθήκευσης, διάθεση εικονικών διακομιστών, πλατφόρμα λειτουργικού συστήματος, διατάξεις ασφαλείας δεδομένων και πληροφοριών, διαχείριση λογισμικού. Έχει αναπτύξει συμφωνίες και συνεργασίες με μεγάλες εταιρείες λύσεων πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών όπως η Cisco και η Microsoft ενισχύοντας την ποιότητα των παρεχόμενων υπηρεσιών της.

4. Ασφάλεια στο Υπολογιστικό Νέφος

4.1 Ζητήματα Ασφαλείας

Η λύση του υπολογιστικού νέφους υιοθετήθηκε από ένα μεγάλο πλήθος μεμονωμένων χρηστών του διαδικτύου και επιχειρήσεων προκειμένου να ικανοποιήσουν τις ανάγκες τους σε πόρους, υπολογιστική ισχύ και εφαρμογές. Οι πελάτες των παρόχων νεφοϋπολογιστικών υπηρεσιών εκμεταλλεύονται τα πλεονεκτήματα των υλοποιήσεων τους που αφορούν στην διάφανη χρήση τους και την μείωση του λειτουργικού κόστους των συστημάτων τους. Ωστόσο τα ζητήματα ασφαλείας που ανακύπτουν από το γεγονός ότι ο έλεγχος φυσικών διατάξεων, λογισμικού και δεδομένων δεν είναι αποκλειστική ευθύνη των ιδίων αλλά ασκείται μέσω του παρόχου, αποτελεί σημαντικό τροχοπέδη για την καθολική αποδοχή τους. Τα ζητήματα αυτά κυρίως αφορούν:

- Την μεγάλη διακίνηση των δεδομένων μέσω των δικτύων που αναπτύσσονται στο κατακευματισμένο περιβάλλον του υπολογιστικού νέφους.
- Την αποθήκευση και διατήρηση των δεδομένων και του λογισμικού του πελάτη στις φυσικές και λογικές διατάξεις του παρόχου υπηρεσιών νεφοϋπολογιστικής.
- Την απουσία συγκεκριμένου νομικού πλαισίου εντός του οποίου να διέπονται οι σχέσεις μεταξύ των πελατών και των παρόχων όσον αφορά την εξασφάλιση του λογισμικού και των δεδομένων.
- Την άγνοια εκ μέρους του πελάτη (αποτέλεσμα της διαφάνειας με την οποία λειτουργούν οι υπηρεσίες υπολογιστικού νέφους) για τις σχεδιαστικές και τεχνικές λεπτομέρειες που αφορούν την υποδομή που φιλοξενεί το λογισμικό τους ή και τα δεδομένα τους.

Υπό αυτές τις προϋποθέσεις, οι σημαντικότεροι κίνδυνοι ασφαλείας που υπάρχουν με την υιοθέτηση του cloud computing ως λύση για την ανάπτυξη πληροφοριακών συστημάτων ή ακόμα και για την εκτέλεση μεμονωμένων λειτουργιών είναι οι παρακάτω (enisa 2016):

- Πολιτικές και κίνδυνοι οργανισμού
 - ο Κλείδωμα παρόχου: Αφορά την απεξάρτηση του εξυπηρετούμενου από τον πάροχο ώστε να μπορεί να επιτυχάνει την εύκολη και ασφαλή μεταφορά του σε άλλον πάροχο ή σε ένα δικό του υπολογιστικό νέφος.
 - ο Απώλεια διακυβέρνησης: Αφορά την παροχή εγγυήσεων από τον πάροχο προς τον πελάτη για την εξασφάλιση των δεδομένων που αποθηκεύονται ή και διαχειρίζονται στις φυσικές ή λογικές διατάξεις του παρόχου.
 - ο Δυσφήμιση λόγω δραστηριοτήτων του παρόχου: Λόγω του ότι οι εφαρμογές και τα δεδομένα του πελάτη είναι αποθηκευμένα και μπορεί ακόμα και να διαχειρίζονται εκ μέρους του παρόχου, είναι πιθανό άστοχες (εκούσιες ή ακούσιες) ενέργειες του που μειώνουν την αξιοπιστία του ιδίου να έχουν αρνητικό αντίκτυπο και στην αξιοπιστία του πελάτη.
 - ο Τερματισμός παροχής υπηρεσιών εκ μέρους του παρόχου: Όταν ο πάροχος διακόψει για κάποιον λόγο την λειτουργία του ταυτόχρονα χάνεται και η δυνατότητα εκ μέρους του πελάτη να συνεχίσει να εκμεταλλεύεται τις υπηρεσίες του. Άμβλυση του προβλήματος αυτού επιτυγχάνεται όταν ο χρόνος από την πρώτη ενημέρωση μέχρι την διακοπή λειτουργίας είναι αρκετά μεγάλος ώστε ο πελάτης να προβεί στις ανάλογες διορθωτικές ενέργειες (π.χ. ανεύρεση άλλου παρόχου). Είναι δε ανυπολόγιστη η ζημιά για τον πελάτη αν η διακοπή συμβεί αιφνίδια καθώς μπορεί να προκαλέσει διακοπή κάποιων λειτουργιών του πληροφοριακού του συστήματος για αρκετά μεγάλο χρονικό διάστημα.
 - ο Αλλαγές στο ιδιοκτησιακό καθεστώς του παρόχου: Οι αλλαγές στο καθεστώς ιδιοκτησίας των υποδομών και του λογισμικού του παρόχου συχνά οδηγεί και

σε μεταβολή των σχέσεων του με τους πελάτες του. Οι αλλαγές αυτές αντανakλούν σε μικρό ή μεγάλο βαθμό και στις λειτουργίες του πληροφοριακού συστήματος που βασίζονται σε υπηρεσίες νεφοϋπολογιστικής. Σε αρκετές τέτοιες περιπτώσεις οι οργανισμοί αναγκάζονται να αναπροσαρμόζουν τις λειτουργίες αυτές ακόμα – σε ακραίες περιπτώσεις - και να αλλάζουν πάροχο ενέργειας οι οποίες επηρεάζουν την απόδοση του πληροφοριακού συστήματος για το χρονικό διάστημα που διαρκούν.

- ο Σφάλματα που προκύπτουν από δυσλειτουργίες της εφοδιαστικής αλυσίδας: Σε αρκετές περιπτώσεις μεταξύ παρόχου και πελάτη παρεμβάλλονται άλλες οντότητες. Όσες περισσότερες οντότητες παρεμβάλλονται τόσο πιο πιθανό είναι να προκύψουν σφάλματα και δυσλειτουργίες στην παροχή των υπηρεσιών υπολογιστικού νέφους τα οποία να αντανakλούν στην συνολική απόδοση του πληροφοριακού συστήματος που βασίζεται σε αυτές.
- Κίνδυνοι που απορρέουν από τη τεχνική φύση του υπολογιστικού νέφους.
 - ο Διαρροή πληροφοριών: Η διακίνηση δεδομένων και πληροφοριών γίνεται μέσω του διαδικτύου. Αυτό σημαίνει ότι τα δεδομένα είναι εκτεθειμένα σε πιθανούς κακόβουλους χρήστες του ανά πάση στιγμή. Έτσι, όσο συχνότερη είναι αυτή η διακίνηση δεδομένων τόσο ο κίνδυνος υποκλοπής ή ακούσιας διαρροής τους αυξάνεται.
 - ο Αστοχία στον διαμοιρασμό πόρων: Η τεχνολογία της νεφοϋπολογιστικής, όπως προαναφέρθηκε, βασίζεται κατά βάση στον διαμοιρασμό φυσικών πόρων. Προκειμένου οι λειτουργίες που τρέχουν στον υπολογιστικό νέφος να είναι αποδοτικές χρειάζεται να γίνεται ορθός διαμοιρασμός ώστε να απομονώνονται κατάλληλα οι πόροι που προορίζονται για συγκεκριμένους πελάτες. Αν σημειωθεί αστοχία στην προσπάθεια αυτή τότε ενδέχεται κάποιοι πελάτες να μην έχουν πρόσβαση στους πόρους τους ή και να έχουν πρόσβαση σε πόρους άλλων πελατών.
 - ο Ανεπαρκή επίπεδα ασφαλείας Προγραμματιστικών Διεπαφών (Application Programming Interface - API): Όταν χρειάζεται στον πελάτη να χορηγηθεί εκ μέρους του παρόχου πρόσβαση σε συγκεκριμένα APIs (μέσω των οποίων μπορούν να κάνουν χρήση των πεσυμφωνημένων υπηρεσιών), είναι σημαντικό αυτά να προσφέρουν επίπεδο ασφαλείας ανάλογο της αξίας των δεδομένων που διακινούν, αποθηκεύουν ή επεξεργάζονται.
 - ο Μη διαθεσιμότητα των πόρων: Σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να προκύψει αδυναμία του παρόχου να διαθέσει στον πελάτη τους πόρους που είναι απαραίτητοι για την ορθή λειτουργία των υπηρεσιών υπολογιστικού νέφους. Αυτό το γεγονός μπορεί να είναι απόρροια κακόβουλης επίθεσης στις διατάξεις του παρόχου ή αστοχία υλικού ή και λογισμικού.
 - ο Αδυναμία σύνδεσης: Η κατάσταση αυτή διαμορφώνεται όταν ο πάροχος για κάποιο λόγο δεν μπορεί να διαθέσει τους πόρους του προς σύνδεση στο διαδίκτυο. Έτσι ο πελάτης δεν μπορεί να κάνει χρήση των υπηρεσιών νεφοϋπολογιστικής που προβλέπονται από τις συμφωνίες.
 - ο Αποδυνάμωση κωδικοποίησης: Τα ευαίσθητα δεδομένα που διακινούνται στο διαδίκτυο είναι απαραίτητο να είναι κωδικοποιημένα και μάλιστα με αλγορίθμους που η ισχύς τους να είναι ανάλογη με την αξία των δεδομένων που διακινούνται. Σε περίπτωση που τα κρίσιμα στοιχεία του αλγορίθμου κρυπτογράφησης διαρρεύσουν σε κακόβουλους χρήστες του διαδικτύου, τότε θα είναι εφικτό για αυτούς να αποκρυπτογραφήσουν τα διακινούμενα δεδομένα και να αποκτήσουν πρόσβαση σε απόρρητες πληροφορίες.
 - ο Συγκρούσεις: Σε ορισμένες περιπτώσεις ενδέχεται να μην είναι δυνατή η συνεργασία διαδικασιών που τρέχουν στην μεριά του παρόχου και στην μεριά του πελάτη ή μπορεί λειτουργίες δύο διαφορετικών πελατών να ανταγωνίζονται για την εκμετάλλευση των ίδιων πόρων στο υπολογιστικό νέφος. Οι καταστάσεις συγκρούσεων αντανakλούν σε υποβάθμιση της αξιοπιστίας και της απόδοσης του πληροφοριακού συστήματος.

- ο Υποβάθμιση του δικτύου: Οι υπηρεσίες που παρέχονται μέσω του υπολογιστικού νέφους εξαρτώνται κατά πολύ από την διακίνηση δεδομένων μέσω του διαδικτύου. Η συμφόρησή του, η απώλεια συνδέσεων και η κακή χρήση των δικτυακών πόρων είναι πολύ πιθανό να επηρεάζει την απόδοση του πληροφοριακού συστήματος του πελάτη.
- ο Διαδικτυακές επιθέσεις: Οι τεχνολογίες του υπολογιστικού νέφους, προϋποθέτουν συχνή διακίνηση δεδομένων μεταξύ του πληροφοριακού συστήματος του πελάτη και των υπολογιστικών διατάξεων του παρόχου. Έτσι είναι ευάλωτες σε διαδικτυακές επιθέσεις με αποτέλεσμα να αποτελούν συχνά στόχο κακόβουλων χρηστών του διαδικτύου (Man in the middle attack, Social engineering, Spamming, Phishing).
- ο Εξασφάλιση εγκαταστάσεων: Ο πελάτης δεν μπορεί να έχει τον έλεγχο των μέτρων φυσικής ασφαλείας των υποδομών του παρόχου πάνω στις οποίες στηρίζονται οι υπηρεσίες που απολαμβάνει. Η φυσική ασφάλειά τους λοιπόν εναπόκειται στην υπευθυνότητα, τις δυνατότητες και την αξιοπιστία του παρόχου.
- Νομικής φύσεως κίνδυνοι: Ο ιδιοκτήτης των δεδομένων δεν μπορεί να έχει τον απόλυτο έλεγχο της διαχείρισής τους αφού όλα τα είδη υπηρεσιών υπολογιστικού νέφους λειτουργούν διαχειριζόμενα τα δεδομένα όντας αποθηκευμένα σε διατάξεις του παρόχου. Σήμερα, ακόμα δεν υφίσταται ισχυρό νομικό πλαίσιο που να διασφαλίζει τους πελάτες αλλά και τους παρόχους για την χρήση δεδομένων και υποδομών. Αυτό έχει σαν συνέπεια ο πελάτης να μην είναι βέβαιος αν τα δεδομένα που εμπιστεύεται στον πάροχο θα χρησιμοποιηθούν με τον τρόπο με τον οποίο εξουσιοδοτεί τον πάροχο. Παράλληλα και ο πάροχος δεν μπορεί (νομικά) να γνωρίζει με βεβαιότητα το είδος και την χρήση των δεδομένων που φιλοξενεί (ούτε ακόμα αν χρησιμοποιούνται για νόμιμες ή παράνομες ενέργειες).
- Η διαφορά μεταξύ της γεωγραφικής περιοχής της έδρας του πελάτη με αυτήν της έδρας του παρόχου δημιουργεί επιπλέον νομικά κενά στην μεταξύ τους σχέση. Η διαφορά αυτή συχνά μεταφράζεται και σε μεγάλες διαφορές του ισχύοντος νομικού καθεστώτος που διέπει τις ηλεκτρονικές υπηρεσίες και τις τηλεπικοινωνίες. Αυτό επισύρει την ανάπτυξη διαφορετικών ερμηνειών βασικών χαρακτηριστικών που διέπουν την σχέση παρόχου – πελάτη κάτι το οποίο οδηγεί σε αντιδικίες ακόμα και σε διακοπή της σχέσης αυτής.

4.2 Αντιμετώπιση των Κινδύνων

Η δυναμική των τεχνολογιών της νεφοϋπολογιστικής εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την αποτελεσματικότητα αντιμετώπισης των κινδύνων αυτών. Τα πλεονεκτήματα της προσέγγισης του υπολογιστικού νέφους στην λειτουργία των πληροφοριακών συστημάτων κάθε κλίμακας, είναι σημαντικά και ικανά να ενισχύσουν την αποδοτικότητα, την ευελιξία, την κλιμάκωση και την εξέλιξή τους. Ωστόσο, το μεγάλο αντίβαρο στα πλεονεκτήματα αυτά αποτελεί ο βαθμός ικανοποίησης των πελατών στις απαντήσεις που δίνουν οι τεχνολογίες νεφοϋπολογιστικής στα ζητήματα ασφαλείας. Για τον λόγο αυτό οι έρευνες για την αναβάθμιση των τεχνολογιών αυτών δίνουν μεγάλη σημασία στην αποτελεσματική αντιμετώπιση όλων των κινδύνων που προαναφέρθηκαν.

Τα ζητήματα που χρειάζεται να αντιμετωπιστούν για την ασφάλεια σε περιβάλλον νέφους είναι (Hashizume, etal. 2013):

- Δυσκολία χρήσης των παραδοσιακών πρωτοκόλλων φυσικής ασφαλείας: Στην λειτουργία των πληροφοριακών συστημάτων με την προσέγγιση της νεφοϋπολογιστικής εμπλέκονται δύο οντότητες: ο πάροχος και ο πελάτης. Αυτό ακριβώς το γεγονός προκαλεί δυσκολίες στην εφαρμογή των παραδοσιακών μεθοδολογιών και των πρωτοκόλλων διαχείρισης κινδύνου. Οι απαντήσεις που πρέπει να δίνουν είναι ποιος θα πρέπει να εξασφαλίζει τις υποδομές του υπολογιστικού νέφους καθώς και επ' ωφελείας ποιου. Τα παραδοσιακά μέτρα φυσικής πρόσβασης προβλέπουν ότι στις εγκαταστάσεις του υπολογιστικού νέφους θα πρέπει να έχουν οι πελάτες – ιδιοκτήτες του πληροφοριακού συστήματος που ευεργετείται από αυτό. Κάτι τέτοιο ωστόσο είναι αδύνατον να συμβεί καθώς αυτές

ανήκουν στο πάροχο και διότι οι ίδιες εγκαταστάσεις λειτουργούν επ' ωφελεία πολλών πελατών.

- Δυσκολία στη χρήση παραδοσιακών πρωτοκόλλων λογικής ασφάλειας: Καθώς, όπως προαναφέρθηκε, η παροχή υπηρεσιών υπολογιστικού νέφους εμπλέκει δύο οντότητες, η μέριμνα για την λογική ασφάλεια του πληροφοριακού συστήματος που στηρίζεται σε αυτό. Το πρόβλημα που προκύπτει έχει να κάνει με τον προσδιορισμό των ορίων μέσα στα οποία περιορίζεται η ευθύνη του παρόχου και του πελάτη. Ασάφειες στον προσδιορισμό αυτό οδηγεί αναπόφευκτα σε κενά ασφαλείας.
- Ανεπαρκής νομική υποστήριξη: Η νεοφοϋπολογιστική αποτελεί μία νέα προσέγγιση για την ανάπτυξη πληροφοριακών συστημάτων. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μην έχει σταθεροποιηθεί ένα ισχυρό νομικό πλαίσιο για την υποστήριξη των σχέσεων των συμμετεχουσών οντοτήτων. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε κενά ασφαλείας που μπορεί να πλήξουν είτε την μία ή την άλλη πλευρά.

4.3 Αντιμετώπιση Ζητημάτων Ασφαλείας

Η ισχυρή κρυπτογράφηση των δεδομένων που ανταλλάσσονται μεταξύ πελάτη και νέφους αν και θα μπορούσε να αποτελεί λύση στα ζητήματα ασφαλείας που προκύπτουν από την κατανεμημένη αρχιτεκτονική του υπολογιστικού νέφους, παρουσιάζει πρακτικές αδυναμίες. Γενικά οι μηχανισμοί κρυπτογράφησης και αποκρυπτογράφησης είναι αρκετά πολύπλοκες διαδικασίες. Η πολυπλοκότητα αυτή μεταφράζεται σε απαιτήσεις σε υπολογιστικούς πόρους και σε χρόνο ολοκλήρωσης. Πολλές φορές οι απαιτούμενοι πόροι είναι ακριβοί για του πελάτες ή οι απαιτούμενοι χρόνοι ολοκλήρωσης κωδικοποιήσεων – αποκωδικοποιήσεων δεν είναι ανεκτοί. Από το 1999 μεγάλοι οργανισμοί παροχής υπηρεσιών πληροφορικής όπως η Microsoft, η HP, η Compaq και η Intel ανέπτυξαν την Trusted Computing Platform Alliance (TCPA) με σκοπό την οικοδόμηση εμπιστοσύνης μεταξύ των επιχειρησιακών πλατφορμών. Τα τελευταία χρόνια έχουν γίνει προσπάθειες για την αντιμετώπιση συγκεκριμένων ζητημάτων ασφαλείας στο υπολογιστικό νέφος.

Το 2003 δημιουργήθηκε το Trusted Computing Group (TCG) το οποίο ακολούθησε τις προδιαγραφές του TCPA ενώ παράλληλα ενσωμάτωσε και τις αρχές εμπιστοσύνης στις υπολογιστικές πλατφόρμες. Καθώς πλέον το βασικό ζητούμενο από τα σύγχρονα πληροφοριακά συστήματα είναι η ασφάλεια των δεδομένων, αναζητείται η ανάπτυξη του TCG και η ενσωμάτωση μηχανισμών ολοκληρωτικής προστασίας των λειτουργιών τους. Οι μεθοδολογίες του προβλέπουν την κρυπτογράφηση των πόρων ολοκληρωτικά ενώ τα κλειδιά αποκρυπτογράφησης παρέχονται σε ορισμένες-συγκεκριμένες έμπιστες εφαρμογές. Η λέξη έμπιστος ορίζεται ως ένα "αξιόπιστο συστατικό, λειτουργία, διαδικασία του οποίου η συμπεριφορά είναι προβλέψιμη κάτω από σχεδόν οποιοσδήποτε συνθήκες λειτουργίας και το οποίο είναι εξαιρετικά ανθεκτικό σε παρεμβολές από το λογισμικό εφαρμογής και φυσική παρεμβολή".

Το Trusted Computing Platform (TCP) είναι η εξέλιξη του TCG. Λειτουργεί μέσω ενός συνδυασμού υλικού και λογισμικού. Οι κατασκευαστές υλικού προσθέτουν επιπλέον εξοπλισμό που να υποστηρίζει τις εφαρμογές Trusted Computing. Μέσω του μηχανισμού αυτού παρέχονται αυθεντικοποιημένη είσοδος και κρυπτογράφηση. Η πρώτη ελέγχει το είδος του λειτουργικού συστήματος που τρέχει στο υπολογιστικό σύστημα και ενημερώνει τις εφαρμογές που είναι να τρέξουν σε αυτό με το να προσθέτει υλικό για την λήψη αρχείου καταγραφής των χαρακτηριστικών της λειτουργίας εκκίνησης. Στις πλατφόρμες TCP, περιλαμβάνεται ένας μηχανισμός, το Trusted Platform Module (TPM) ο οποίος χρησιμοποιείται για την επιβεβαίωση ότι κάθε υπολογιστής θα αναφέρει την δομή και τις ρυθμίσεις του με εμπιστοσύνη. Η στοίβα εφαρμογών των πλατφορμών αυτών, προσφέρει διεπαφές μεταξύ των TPM και των άλλων συστατικών του συστήματος. Οι διαδικασίες εκκίνησης των συστημάτων είναι ρυθμισμένες ώστε να επιτρέπουν στο TPM να καταμετρά κάθε συστατικό του και να αποθηκεύει τα αποτελέσματα σε καταχωρητές του TPM. Οι TCP προσφέρουν μηχανισμούς ασφαλείας για (Shen and Tong 2010):

- Αυθεντικοποίηση οντοτήτων στο υπολογιστικό νέφος: Οι TCP βασίζονται στην TPM και μπορούν να ανταποκριθούν σε επιθέσεις από το λογισμικό και από το υλικό. Τα TPM περιέχουν ένα ιδιωτικό κύριο κλειδί το οποίο μπορεί να παρέχει προστασία για άλλες αποθηκευμένες πληροφορίες στο σύστημα cloud computing. Επειδή το υλικό-πιστοποιητικό μπορεί να αποθηκευτεί στο TPM, είναι δύσκολο να προσβληθεί από επίθεση. Έτσι το TPM μπορεί να παρέχει αρχές εμπιστοσύνης για τους χρήστες.

Δεδομένου ότι οι χρήστες έχουν πλήρη πληροφόρηση σχετικά με την ταυτότητά τους, το σύστημα cloud computing μπορεί να χρησιμοποιήσει κάποιο μηχανισμό για τον εντοπισμό των χρηστών και να γνωρίζει με ακρίβεια τον προέλευσή τους. Επειδή στις TCP η ταυτότητα του χρήστη αποδεικνύεται από το προσωπικό κλειδί του και αυτός ο μηχανισμός έχει ενσωματωθεί στο υλικό, όπως το BIOS και το TPM, οπότε είναι πολύ δύσκολο κάποιος να επιτύχει εξαπάτηση του μηχανισμού αυθεντικοποίησης. Επίσης κάθε εφαρμογή cloud computing θα καταγράψει τις πληροφορίες του επισκέπτη ώστε το ίχνος των συμμετεχόντων να είναι γνωστό από τον μηχανισμό του cloud computing.

- Απόδοση ρόλων στους χρήστες: Επειδή τα συστήματα των παρόχων στο υπολογιστικό νέφος έχουν να κάνουν με μεγάλο πλήθος χρηστών είναι αρκετά κοστοβόρο σε πόρους να αντιμετωπίζουν την πρόσβαση όλων ατομικά. Έτσι έχει καθιερωθεί η κλιμάκωσή τους σε ρόλους. Έτσι, σε πρώτο στάδιο αντιμετωπίζονται ως μέλη ομάδας όσο αφορά την ασφάλεια. Με βάση τον ρόλο αυτό τους παρέχονται τα αντίστοιχα δικαιώματα πρόσβασης στις υπηρεσίες που παρέχονται. Μπορεί επίσης η διαδικασία αυτή να ενισχυθεί από την χρήση μηχανισμών όπως η χρήση usb tokens για την αρχικοποίηση των συνόδων με το περιβάλλον νέφους.
- Ασφάλεια Δεδομένων: Η ασφάλεια των δεδομένων επιτυγχάνεται με την χρήση κλειδιών κρυπτογράφησης συνόδου που παράγονται από το υλικό. Τα κλειδιά που παράγονται από το υλικό είναι γενικώς πιο ανθεκτικά σε σχέση με αυτά που παράγονται από λογισμικό. Το TPM παρέχει το κλειδί κρυπτογράφησης και το κλειδί συνόδου για την διεξαγωγή της επικοινωνίας του πελάτη με τον πάροχο. Τα κρίσιμα δεδομένα που είναι αποθηκευμένα στον υπολογιστή μπορεί να είναι κρυπτογραφημένα με κλειδιά που δημιουργούνται από το TPM. Κατά την πρόσβαση σε αυτά τα δεδομένα, οι χρήστες θα πρέπει να περάσουν πρώτα από τον έλεγχο ταυτότητας με το TPM, οπότε τα κλειδιά κρυπτογράφησης αποθηκεύονται σε αυτό. Για να αποφευχθεί η επίθεση για την ακεραιότητα των δεδομένων χρησιμοποιείται κατάλληλη συνάρτηση κατακερματισμού. Το TPM θα ελέγχει τα κρίσιμα δεδομένα σε ένα ορισμένο διάστημα για την προστασία της ακεραιότητας των δεδομένων.
- Έλεγχος συμπεριφοράς χρηστών: Οι μηχανισμοί ασφαλείας των παρόχων ενσωματώνουν διαδικασίες ελέγχου της συμπεριφοράς των χρηστών. Έτσι, όταν γίνεται αντιληπτή κακόβουλη ή επικίνδυνη χρήση των υπηρεσιών του υπολογιστικού νέφους, λαμβάνονται κατάλληλα μέτρα προστασίας για το σύνολο του συστήματος και επιβάλλονται κυρώσεις εις βάρος του χρήστη.

Το Trusted Cloud Computing Platform (TCCP) αποτελεί μία προσπάθεια που δίνει στον πελάτη τη δυνατότητα να ξέρει πριν την έναρξη της συνεργασίας με τον πάροχο τις λεπτομέρειες των πολιτικών ασφαλείας που ακολουθεί. Αυτή η βάση αξιοπιστίας περιλαμβάνει δύο συνιστώσες. Μία αξιόπιστη εικονική μηχανή (Trusted Virtual Machine - TVM) και έναν αξιόπιστο συντονιστή (Trusted Coordinator – TC). Κάθε κόμβος του back end τρέχει μία εικονική μηχανή που εξυπηρετεί την εικονική μηχανή του πελάτη και περιορίζει την πρόσβαση του παρόχου για έλεγχο της τροποποίησής της. Οι κόμβοι αυτοί ενσωματώνουν ένα πιστοποιημένο τσιπ και πρέπει να περάσουν από μια ασφαλή διαδικασία εκκίνησης για την εγκατάσταση του TVMM. Η TC διαχειρίζεται το σύνολο των κόμβων που μπορεί να τρέξει η εικονική μηχανή του πελάτη με ασφάλεια. Η TC διατηρεί αρχείο των κόμβων που βρίσκονται στην περίμετρο ασφαλείας και πιστοποιεί την πλατφόρμα του κόμβου για να βεβαιωθεί ότι στον κόμβο λειτουργεί μια αξιόπιστη εφαρμογή TVMM (Santos, Gummadi and Rodrigues 2009).

Η Microsoft παρουσίασε μία διαφορετική προσέγγιση η οποία βασίζεται σε μια τοπική εφαρμογή, που εγκαθίσταται τοπικά και αποτελείται από τρία επιμέρους συστήματα:

- Έναν επεξεργαστή δεδομένων (Data Processor): επεξεργάζεται τα δεδομένα πριν αυτά αποσταλούν στο σύννεφο.
- Έναν επαληθευτή δεδομένων (Data verifier): ελέγχει εάν τα δεδομένα στο Cloud έχουν αλλοιωθεί.
- Μία γεννήτρια κλειδιών (Token Generator): παράγει τα κλειδιά τα οποία επιτρέπουν την κρυπτογράφηση – αποκρυπτογράφηση των δεδομένων.

Ο χρήστης κρυπτογραφεί τα δεδομένα πριν αυτά αποσταλούν στο υπολογιστικό νέφος. Στην συνέχεια και σε περίπτωση που τα δεδομένα χρειαστεί να προσπελαστούν, ο χρήστης χρησιμοποιεί την γεννήτρια παραγωγής κλειδιών και δημιουργεί ένα μοναδικό αναγνωριστικό καθώς και ένα κλειδί αποκρυπτογράφησης. Το αναγνωριστικό αποστέλλεται στο νέφος ενώ η ζητούμενη πληροφορία

μεταβιβάζεται στην μεριά του πελάτη κρυπτογραφημένη. Εκεί οι ληφθήσες πληροφορίες θα αποκρυπτογραφηθούν και θα ελεγχθούν με την χρήση του κλειδιού κρυπτογράφησης. Η κοινή χρήση δεδομένων μεταξύ διαφορετικών χρηστών εξασφαλίζεται με την απλή αποστολή του αναγνωριστικού και του κλειδιού κρυπτογράφησης (KamaraS. 2011). Με την μέθοδο αυτή γίνεται χρήση της κρυπτογράφησης για την εξασφάλιση των δεδομένων ενώ παράλληλα ο φόρτος των διαδικασιών της κρυπτογράφησης και της αποκρυπτογράφησης δεν συσσωρεύεται στις διατάξεις του παρόχου αλλά επιμερίζεται στους πελάτες.

Πρακτικά διεθνώς δεν υπάρχει αντικειμενική νομοθετική αντιμετώπιση για τα ζητήματα σχετικά με την προστασία των προσωπικών δεδομένων κατά την χρήση υπηρεσιών υπολογιστικού νέφους. Αν και σχετικές οδηγίες της Ευρωπαϊκής Επιτροπής (Οδηγία 95/46/EK, Οδηγία 2002/58/EK, Οδηγία 2009/136/EK), παρέχουν ένα στοιχειώδες επίπεδο εξασφάλισης, ανακύπτουν διαρκώς προκλήσεις που πρέπει να αντιμετωπίζονται αποτελεσματικά. Είναι χαρακτηριστικό ότι το υπάρχον νομοθετικό πλαίσιο δεν καλύπτει την χρήση υπηρεσιών υπολογιστικού νέφους από φυσικά πρόσωπα. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή ανέπτυξε στις αρχές της τρέχουσας δεκαετίας μια πανευρωπαϊκή στρατηγική υπολογιστικού νέφους στηρίζοντας την έρευνα για την καινοτομία στις τεχνολογίες της πληροφορικής και των τηλεπικοινωνιών. Μία κατεύθυνση της στρατηγικής αυτής εστιάζει στα ζητήματα ασφαλείας στο υπολογιστικό νέφος. Τον Ιούλιο 2012, η Ομάδα του άρθρου 29 εξέδωσε τη Γνώμη 5/2012 για το υπολογιστικό νέφος εστιάζοντας, στα ζητήματα ασφάλειας που βαρύνουν τους παρόχους και στην ευθύνη του πελάτη. Στα πλαίσια της Οδηγίας 95/46/EK ρυθμίζεται η επεξεργασία πληροφοριών από υπηρεσίες της νεφούπολογιστικής. Οι πληροφορίες αυτές είτε περιέχουν ρητή αναφορά σε συγκεκριμένο φυσικό πρόσωπο, είτε έχουν συσχετιστεί από ένα συγκεκριμένο άτομο είτε περιλαμβάνουν συγκεκριμένη την ταυτότητα του υποκειμένου. Ρυθμίζονται επίσης θέματα επεξεργασίας σε κρυπτογραφημένα σύνολα πληροφοριών σχετικά με φυσικά πρόσωπα τα οποία βρίσκονται κατακερματισμένα σε διάφορους εξυπηρετητές στο υπολογιστικό νέφος. Έτσι, το ζήτημα για το αν υφίσταται κάθε φορά επεξεργασία προσωπικών δεδομένων εμπίπτει στο είδος των προς επεξεργασία πληροφοριών καθώς και στον σκοπό της επεξεργασίας αυτής. Αφού καθοριστεί το αν η επεξεργασία αφορά προσωπικά δεδομένα χρειάζεται να προσδιοριστούν οι ρόλοι, οι υποχρεώσεις και οι δικαιοδοσίες των εμπλεκόμενων μερών. Ο πάροχος της υπηρεσίας του νέφους έχει την δυνατότητα να αποκτά πρόσβαση στα δεδομένα καθορίζοντας ο ίδιος και τον σκοπό και τον τρόπο της επεξεργασίας τους ή μπορεί να συνεργάζεται με τον πελάτη στον προσδιορισμό τους. Ο πάροχος, επίσης, μπορεί να χρησιμοποιεί, εν αγνοία του πελάτη, τους πόρους ενός άλλου παρόχου, με αποτέλεσμα ο ίδιος να αγνοεί το ποιος στην πραγματικότητα εκτελεί την επεξεργασία. Το άρθρο 29 στην Γνώμη 5/2012 για το υπολογιστικό νέφος προτείνει προϋποθέσεις για την ανάθεση της επεξεργασίας από τον πάροχο σε τρίτους. Σε αυτή καθορίζονται ότι:

- Ο πελάτης πρέπει να δίνει την συγκατάθεση του για κάθε επεξεργασία προσωπικών δεδομένων
- Ο πάροχος πρέπει να ενημερώνει για την εμπλοκή τρίτων (μαζί με την ταυτότητα τους) στην αποθήκευση και τον χειρισμό των δεδομένων του πελάτη. Ο πελάτης μπορεί να αντιδράσει ακόμα και με την διακοπή της συνεργασίας.
- Ο πάροχος είναι υπεύθυνος στην διασφάλιση των προσωπικών δεδομένων (κατά την επεξεργασία τους από τρίτο με τον οποίο ήλθε σε συμφωνία) έναντι του πελάτη, με βάση γραπτή κάποια συμφωνία.

Ένα χαρακτηριστικό που πρέπει επίσης να αντιμετωπιστεί νομικά είναι η κινητικότητα των πληροφοριών από χώρα σε χώρα. Η διαδρομή των προσωπικών δεδομένων από χώρα σε χώρα και το ζήτημα του εφαρμοστέου δικαίου στο εικονικό περιβάλλον του υπολογιστικού νέφους δυστυχώς είναι αρκετά πολύπλοκα. Η διασυνοριακή ροή εντός χωρών της ΕΕ ρυθμίζεται από την Οδηγία 95/46/EK και το κοινοτικό δίκαιο. Για την διαβίβαση δεδομένων σε χώρες εκτός ΕΕ, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει προκρίνει για κάθε χώρα το επίπεδο προστασίας των προσωπικών δεδομένων με την ίδια οδηγία. Σε περιπτώσεις που η Ευρωπαϊκή Επιτροπή δεν εγκρίνει επαρκές επίπεδο διασφάλισης προσωπικών δεδομένων, μπορεί να χορηγήσει σχετική άδεια η αρμόδια Εθνική Αρχή ή με την εγγύηση που παρέχει ο πάροχος για την προστασία της ιδιωτικότητας και των θεμελιωδών ελευθεριών. Η εγγύηση χρειάζεται να περιλαμβάνει:

- τη χρήση των τυποποιημένων συμβατικών ρητρών
- τη θέσπιση και αυτοδέσμευση των εταιρειών από δεσμευτικούς εταιρικούς κανόνες
- την εκούσια συμμόρφωση αμερικανικών εταιρειών σε τυποποιημένους κανόνες.

Ωστόσο οι νομικές βάσεις αυτές δεν είναι βέβαιο ότι δύνανται να λειτουργήσουν αποτελεσματικά ως προς την διασφάλιση της προστασίας της ιδιωτικότητας, αφού τα δεδομένα μπορεί να μετακινούνται συνεχώς ανάμεσα σε διάφορες χώρες. Σύμφωνα με την Οδηγία 95/46/EK καθοριστικά στοιχεία για τον καθορισμό του εφαρμοστέου δικαίου είναι:

- ο προσδιορισμός του υπευθύνου επεξεργασίας
- ο βαθμός επένεργειας των εγκατεστημένων στην ΕΕ μέσω στην επίτευξη του σκοπού επεξεργασίας (προσωπικοί υπολογιστές, τα τερματικά και οι εξυπηρετητές).

Αν ο πάροχος ή ο πελάτης είναι εγκατεστημένοι σε περισσότερες χώρες τότε το εφαρμοστέο δίκαιο θα καθορισθεί βάσει της επιμέρους διενεργούμενης επεξεργασίας. Αντίθετα, στην επεξεργασία προσωπικών δεδομένων που πραγματοποιείται από έναν πάροχο ή χρήστη που δεν είναι εγκατεστημένοι στην ΕΕ και δεν χρησιμοποιούν μέσα που βρίσκονται στην ΕΕ, δεν εφαρμόζεται η Οδηγία 95/46/EK. Για να καλυφθεί το κενό αυτό προτάθηκε η υιοθέτηση ενός κριτηρίου, σύμφωνα με το οποίο η ευρωπαϊκή νομοθεσία για την προστασία προσωπικών δεδομένων θα εφαρμόζεται όταν οι δραστηριότητες του παρόχου του υπολογιστικού νέφους στοχεύουν σε Ευρωπαίους πολίτες (Χρυσάνθου 2016) (Santos, Gummadi and Rodrigues 2009)

Από τον Αύγουστο του 2016 έχει τεθεί σε εφαρμογή η οδηγία για την ασφάλεια των δικτύων και των πληροφοριακών συστημάτων (NIS Directive). Τα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης θα πρέπει να έχουν ενσωματώσει την οδηγία αυτή στην νομοθεσία τους μέχρι τον Μάιο του 2018. Το περιεχόμενο της οδηγίας διασφαλίζει (European Parliament 2016):

- Την ετοιμότητα των κρατών μελών να ανταποκρίνονται αποτελεσματικά σε κάθε απαίτηση στον τομέα της ασφάλειας δεδομένων που μπορεί να παρουσιαστεί. Η οδηγία υποχρεώνει τα κράτη μέλη να είναι επαρκώς εξοπλισμένα και να διατηρούν θεσμοθετημένους μηχανισμούς αντίδρασης σε συμβάντα απειλής της ασφάλειας των πληροφοριακών συστημάτων και οντότητες ελέγχου και διαχείρισης δικτύων και πληροφοριακών υποδομών.
- Την συνεργασία των κρατών μελών με την θεσμοθέτηση ομάδων συνεργασίας. Με τον τρόπο αυτό επιχειρείται να αναπτυχθεί μία ενιαία στρατηγική ασφαλείας έναντι των κινδύνων ασφαλείας καθώς και μία κοινή γνωσιακή βάση δεδομένων για απειλές και τρόπους αντιμετώπισης τους.
- Την ανάπτυξη μίας κουλτούρας της ασφάλειας μέσω της ευαισθητοποίησης των διαχειριστών ευαίσθητων πληροφοριακών συστημάτων. Αυτοί υποχρεούνται πλέον να συνεισφέρουν στην κοινή προσπάθεια για ασφάλεια στον κυβερνοχώρο με την παροχή πληροφοριών ή με την χρήση των υποδομών τους.

Ακόμα και έτσι παραμένουν σήμερα ζητήματα τα οποία δεν έχουν επιλυθεί και αφορούν την ασφάλεια των δεδομένων του υπολογιστικού νέφους. Τα ζητήματα αυτά επιλύονται κατά περίπτωση με την προσεκτική σύνταξη των γραπτών συμφωνιών μεταξύ παρόχων και πελατών.

5. Μελέτη Περίπτωσης

5.1 Μετάπτωση στο υπολογιστικό νέφος

Τα πλεονεκτήματα της λειτουργίας των σύγχρονων πληροφοριακών συστημάτων με την υποστήριξη των τεχνολογιών της νεφοϋπολογιστικής, τα οποία έχουν ήδη αναφερθεί, είναι πολλά και σημαντικά. Όσο οι τεχνολογίες αυτές ωριμάζουν τόσο τα πλεονεκτήματα αυτά γίνονται εντονότερα με συνέπεια να κεντρίζουν το ενδιαφέρον των υπευθύνων λήψης αποφάσεων οργανισμών διαφόρων επιπέδων. Έτσι, τονώνεται το ενδιαφέρον για την μετάπτωση πληροφοριακών συστημάτων υποστήριξης επιχειρήσεων σε τεχνολογίες υπολογιστικού νέφους. Οι επιχειρήσεις αυτές προσδοκούν με τον τρόπο αυτό:

- Ευκολότερη και αμεσότερη προσαρμογή των λειτουργιών των πληροφοριακών τους συστημάτων στις νεοεμφανιζόμενες τεχνολογίες πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών: Οι διαδικασίες προσαρμογής σε καινοτομίες και νέες μεθοδολογίες αποτελεί ευθύνη εξειδικευμένων φορέων παρόχων λύσεων νεφοϋπολογιστικής, γεγονός που εξασφαλίζει την επιτυχία τους (σε συνάρτηση προφανώς με τον βαθμό αξιοπιστίας του ίδιου του παρόχου).
- Ευκολότερες και αμεσότερες αναβαθμίσεις των λειτουργιών του πληροφοριακού συστήματος: Καθώς οι υπηρεσίες που παρέχονται από τις τεχνολογίες του υπολογιστικού νέφους είναι κλιμακούμενες (σε συνάρτηση με τις απαιτήσεις του πελάτη) αποτελεί ζήτημα εφαρμογής κατάλληλων ρυθμίσεων η παροχή υψηλότερου επιπέδου υπηρεσιών μέσω του υπολογιστικού νέφους. Έτσι, οι οργανισμοί αποκτούν την δυνατότητα να ανταποκρίνονται σχετικά εύκολα και γρήγορα στις διαφοροποιήσεις που παρατηρούνται στο περιβάλλον της αγοράς τους και που επηρεάζουν τις σχέσεις τους με τους πελάτες και τους συνεργάτες τους.
- Περιορισμός του λειτουργικού κόστους και του κόστους συντήρησης των πληροφοριακών συστημάτων: Η συντήρηση των υποδομών, του λογισμικού και των δεδομένων που διαχειρίζονται τα πληροφοριακά συστήματα, μετακυλούν (ανάλογα με τον επιθυμητό βαθμό εξάρτησης εκ μέρους του πελάτη) προς τον πάροχο των λύσεων νεφοϋπολογιστικής.
- Κινητότητα – Ευελιξία: Οι λύσεις υπηρεσιών νεφοϋπολογιστικής σχεδόν πάντα βασίζονται σε κατανεμημένες τεχνολογίες που δίνουν την δυνατότητα πρόσβασης από απομακρυσμένες τοποθεσίες μέσω του διαδικτύου. Έτσι, η μετάπτωση σε πληροφοριακά συστήματα βασισμένα σε τεχνολογίες νεφοϋπολογιστικής αυξάνουν την δυνατότητα κινητότητας της παροχής υπηρεσιών.

Η απόφαση για μετάπτωση μπορεί να αποβλέπει σε μία η περισσότερες από τις παραπάνω προσδοκίες. Η διαδικασία που θα πρέπει να ακολουθηθεί απαιτεί ακρίβεια στις όποιες δράσεις χρειαστεί να πραγματοποιηθούν καθώς και λεπτομερή σχεδιασμό τους. Γενικά, μία τέτοια διαδικασία περιλαμβάνει τα ακόλουθα στάδια:

- Προσδιορισμός των απαιτήσεων και σχεδίαση του νέου πληροφοριακού συστήματος: Αποτιμάται ο τρόπος λειτουργίας του υπάρχοντος πληροφοριακού συστήματος με στόχο κυρίως να εντοπιστούν εκείνα τα συστατικά του τα οποία χρήζουν ανασχεδιασμού, αναβάθμισης ή αντικατάστασης. Για τα συστατικά αυτά εξετάζεται το κατά πόσο υπάρχει η δυνατότητα να μετακυλήσουν στο υπολογιστικό νέφος, σε ποιο βαθμό και με ποιο τρόπο.
- Αποσύνθεση των εξαρτήσεων από την παλαιά αρχιτεκτονική: Η μετάπτωση σε πληροφοριακό σύστημα που βασίζεται στο υπολογιστικό νέφος απαιτεί την απεξάρτηση μέρους ή όλων των λειτουργιών του από τοπικές διατάξεις. Η αρχιτεκτονική του νέου πληροφοριακού συστήματος θα είναι περισσότερο αποκεντρωτική και θα βασίζεται σε κατανεμημένες τεχνολογίες. Τέτοιου είδους αρχιτεκτονικές, προκειμένου να υλοποιηθούν με την μέγιστη δυνατή αποδοτικότητα, απαιτούν μεγάλο βαθμό ανεξαρτησίας από τοπικές φυσικές και λογικές διατάξεις.
- Επανασχεδιασμός λειτουργιών και υπηρεσιών: Όσες λειτουργίες και υπηρεσίες τρέχουν και προσφέρουν αντίστοιχα τα πληροφοριακά συστήματα θα πρέπει να επανασχεδιαστούν με γνώμονα την εκτέλεση τους σε περιβάλλον νεφοϋπολογιστικής.

- Έλεγχος: Οι νέες λειτουργίες και υπηρεσίες θα πρέπει να ελεγχθούν ως προς την ορθή και αποδοτική εκτέλεσή τους. Συχνά είναι απαραίτητο να καθοριστεί ένα χρονικό διάστημα πιλοτικής λειτουργίας κατά το οποίο καταγράφονται όλες εκείνες οι παρατηρήσεις που φανερώνουν ότι ο τρόπος λειτουργίας του πληροφοριακού συστήματος παρεκκλίνει από το επιθυμητό.
- Ρυθμίσεις – Προσαρμογές: Μετά την καταγραφή των δυσλειτουργιών ακολουθεί η αποκατάστασή τους και, τελικά, η πλήρης λειτουργία του νέου πληροφοριακού συστήματος. Στην τελική αυτή φάση είναι απαραίτητος και ο συντονισμός των εξωτερικών δρώντων του πληροφοριακού συστήματος στις νέες διεπαφές του.

Στις επόμενες παραγράφους περιγράφεται η διαδικασία μετάπτωσης του πληροφοριακού συστήματος μίας μικρομεσαίας επιχείρησης σε τεχνολογίες νεφούπολογιστικής. Ακολουθείται η διαδικασία που περιγράφηκε παραπάνω ενώ τα κίνητρα που οδηγούν στην απόφαση αυτή περιλαμβάνουν όλα εκείνα που συνήθως πυροδοτούν τέτοιου είδους μεταπτώσεις (όπως για παράδειγμα μείωση κόστους ανάπτυξης και συντήρησης, εξάλειψη της ανάγκης παρακολούθησης των αναγκών, μη διατήρηση προσωπικού επιφορτισμένου με την υποστήριξη του πληροφοριακού συστήματος) (ProfitBricks 2014) (Khajeh-Hosseini, GreenwoodandSommerville 2009).

5.2 Σχεδίαση και ανάπτυξη του πληροφοριακού συστήματος εταιρείας διανομών

5.2.1 Γενική Περιγραφή

Το αντικείμενο της μελέτης είναι μία εταιρεία διανομών με έδρα την Θεσσαλονίκη. Αποστολή της είναι η διανομή σε σημεία πώλησης αλκοολούχων ποτών από μικρούς Έλληνες παραγωγούς. Η επιχείρηση δραστηριοποιείται σε 19 Ελληνικές πόλεις (Αθήνα, Κατερίνη, Βόλο, Καβάλα, Ορεστιάδα, Κοζάνη, Ιωάννινα, Κιλκίς, Πάτρα, Τρίπολη, Καλαμάτα, Κόρινθο, Χαλκίδα, Δράμα, Ξάνθη, Κομοτηνή, Άρτα, Αγρίνιο, Τρίκαλα), την Σόφια, το Βελιγράδι, τα Σκόπια και την Κωνσταντινούπολη. Έχει υποκαταστήματα στην Αθήνα και τα Ιωάννινα ενώ στις υπόλοιπες πόλεις η παρουσία της εκδηλώνεται με την περιοδική επίσκεψη αντιπροσώπων της. Το πρόγραμμα των επισκέψεων των αντιπροσώπων της έχει ως εξής.

| | ΝΟΤΙΑ ΕΛΛΑΔΑ (Έδρα: Αθήνα) | ΒΟΡΕΙΑ ΕΛΛΑΔΑ – ΣΚΟΠΙΑ – ΣΕΡΒΙΑ (Έδρα: Θεσ/νικη) | ΒΟΡΕΙΟΔΥΤΙΚΗ ΕΛΛΑΔΑ – ΑΛΒΑΝΙΑ (Έδρα: Ιωάννινα) | ΒΟΡΕΙΟΝΑΤΟΛΙΚΗ ΕΛΛΑΔΑ – ΚΩΝ/ΠΟΛΗ (Έδρα: Θεσ/νικη) |
|-----------|-------------------------------------|---|---|---|
| ΔΕΥΤΕΡΑ | Κόρινθος | Λάρισα | Τίρανα | Δράμα Καβάλα |
| ΤΡΙΤΗ | Καλαμάτα | Βελιγράδι | Κοζάνη | Ορεστιάδα |
| ΤΕΤΑΡΤΗ | Τρίπολη | Κιλκίς | Τρίκαλα | Κων/πόλη |
| ΠΕΜΠΤΗ | Πάτρα | Κατερίνη | Άρτα | Σόφια |
| ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ | Χαλκίδα | Βόλος | Αγρίνιο | Ξάνθη - Κομοτηνή |

Στις έδρες των γραφείων της επιχείρησης καταρτίζεται αντίστοιχο πρόγραμμα καθημερινών επισκέψεων στα σημεία πώλησης. Οι αντιπρόσωποι μεταβαίνουν σύμφωνα με το προαναφερθέν

πρόγραμμα στα σημεία πώλησης και λαμβάνουν τις παραγγελίες. Οι παραγγελίες μεταβιβάζονται μέσω των γραφείων των εδρών των αντιπροσώπων στα κεντρικά γραφεία της Θεσσαλονίκης. Η μετάδοση αυτή γίνεται με email τα οποία συντάσσει προσωπικό του γραφείου με καθορισμένη δομή ώστε να είναι ευκολότερα επεξεργάσιμα από τα κεντρικά γραφεία.

Στα κεντρικά γραφεία της επιχείρησης είναι εγκατεστημένο ένα τοπικό δίκτυο το οποίο εξυπηρετεί 16 ηλεκτρονικούς υπολογιστές. Σε έναν από αυτούς –ο οποίος είναι εξοπλισμένος με υψηλότερων προδιαγραφών πόρους³ - είναι εγκατεστημένο ένα Σύστημα Διαχείρισης Βάσης Δεδομένων MySQL στο οποίο έχει εγκατασταθεί η Βάση Δεδομένων των παραγγελιών. Οι υπόλοιποι ηλεκτρονικοί υπολογιστές δρουν ως τερματικά επικοινωνώντας με την βάση δεδομένων μέσω εφαρμογής, της οποίας οι λειτουργίες έχουν αναπτυχθεί με δυναμικές ιστοσελίδες γραμμένες σε γλώσσα php. Η εφαρμογή έχει εγκατασταθεί στον ίδιο ηλεκτρονικό υπολογιστή που έχει εγκατασταθεί και η βάση δεδομένων. Οι διεπαφές της εφαρμογής έχουν αναπτυχθεί με την μορφή φορμών σε γλώσσα σήμανσης HTML5, ενώ δυναμικά στοιχεία έχουν προστεθεί σε γλώσσα javascript και θέματα εμφάνισης έχουν αντιμετωπιστεί σε γλώσσα css. Στον ηλεκτρονικό υπολογιστή που έχει εγκατασταθεί η βάση δεδομένων έχει επίσης εγκατασταθεί και εξυπηρετητής παγκοσμίου ιστού apache προκειμένου να αποκτούν πρόσβαση οι χρήστες της εφαρμογής. Οι λήπτες των ηλεκτρονικών μηνυμάτων παραγγελιών μπορούν να πραγματοποιούν καταχωρήσεις στη βάση δεδομένων χρησιμοποιώντας τις διεπαφές αυτές. Η εφαρμογή αναπτύχθηκε αποκλειστικά για χρήση στην επιχείρηση από μικρή αλλά αξιόπιστη εταιρεία ανάπτυξης λογισμικού. Η τελευταία εξακολουθεί να υποστηρίζει την λειτουργία της εφαρμογής αφού δεσμεύεται με ετήσιο συμβόλαιο συντήρησης έναντι 500€.

Με βάση τα στοιχεία που καταχωρούνται στην βάση δεδομένων, και στα οποία το τμήμα παραγγελιών (που στεγάζεται επίσης στα κεντρικά γραφεία) έχει πρόσβαση μέσω διεπαφών της ίδιας εφαρμογής, καταρτίζεται το πρόγραμμα αποστολής των παραγγελιών και ενημερώνεται με συγκεκριμένης δομής μηνύματα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου (emails) η αποθήκη καθώς και το λογιστήριο. Όταν μία παραγγελία αποστέλλεται ενημερώνεται με email από το τμήμα της αποθήκης το τμήμα παραγγελιών, ώστε με την σειρά του να ενημερώσει την βάση δεδομένων του συστήματος. Παράλληλα με το ίδιο email ενημερώνεται και το λογιστήριο ώστε να παρακολουθεί την οφειλή του πελάτη. Το λογιστήριο κάθε εβδομάδα αποστέλλει email στην διοίκηση για την πορεία των οφειλών από και προς τρίτους αλλά και το προσωπικό. Τα στοιχεία αυτά το λογιστήριο τα διαχειρίζεται με την βοήθεια μίας δικής του εφαρμογής που έχει αναπτυχθεί σε MSAccess και είναι εγκατεστημένη σε μεμονωμένο (standalone) ηλεκτρονικό υπολογιστή στον οποίο και έχουν πρόσβαση μόνο δύο συγκεκριμένοι υπάλληλοι.

Τα υποκαταστήματα της Αθήνας και των Ιωαννίνων δεν διαθέτουν κάποιου είδους τεχνολογική υποδομή. Είναι σε κάθε ένα από αυτά εγκατεστημένος ένας ηλεκτρονικός υπολογιστής ο οποίος χρησιμοποιείται για την αποστολή email με τις παραγγελίες που συλλέγουν οι αντιπρόσωποι.

Η λειτουργία του πληροφοριακού συστήματος όπως λειτουργεί σήμερα έχει τις εξής αδυναμίες:

- Οι περισσότερες διαδικασίες του δεν είναι αυτοματοποιημένες και απαιτούν σε μεγάλο βαθμό ανθρώπινη παρέμβαση. Αυτό αυξάνει τις πιθανότητες σφαλμάτων και άστοχων χειρισμών.
- Η έλλειψη αυτοματισμών επιμηκύνει το χρονικό διάστημα διεκπεραίωσης των επιχειρησιακών διαδικασιών.
- Δεδομένα κρατούνται σε διαφορετικές διατάξεις με αποτέλεσμα να είναι υψηλή η πιθανότητα να μην παρουσιάζουν μεταξύ τους συνέφεια. Στοιχεία που αφορούν τις ίδιες παραγγελίες διατηρούνται τόσο στην βάση δεδομένων του τμήματος παραγγελιών όσο και στην βάση δεδομένων του λογιστηρίου. Δεν προβλέπεται κάποια αξιόπιστη τυποποιημένη διαδικασία για την αμοιβαία ενημέρωση των δύο βάσεων δεδομένων ώστε να παρουσιάζουν συνοχή.
- Δεν ικανοποιούνται όλες οι απαιτούμενες προδιαγραφές φυσικής και λογικής ασφαλείας του υλικού, του λογισμικού και των δεδομένων. Αυτό συμβαίνει από αδυναμία του προσωπικού να ανταπεξέλθει αλλά και άγνοια για τους κινδύνους που αντιμετωπίζει ένα πληροφοριακό σύστημα που βασίζεται στους ηλεκτρονικούς υπολογιστές.

³ 4 GB RAM, CPU 3.6 GHz, Χωρητικότητα σκληρού δίσκου 1T, Λειτουργικό Σύστημα Windows 7-64

Στόχος της εταιρείας είναι να επιταχυνθούν οι διαδικασίες παραγγελιοληψίας και να ελαχιστοποιηθεί ο χρόνος μεταξύ της λήψης παραγγελίας και της παράδοσής της στον πελάτη. Παράλληλα θα πρέπει να διασφαλιστεί η ακρίβεια, η ακεραιότητα και η αξιοπιστία στην μετάδοση των δεδομένων που χρειάζεται να ανταλλάσσουν τα τμήματα της επιχείρησης. Αυτό θα επιτευχθεί με την σχεδίαση και την ανάπτυξη κατάλληλου πληροφοριακού συστήματος που θα βασίζεται σε ηλεκτρονικούς υπολογιστές, διαδικτυακές τεχνολογίες και τηλεπικοινωνιακούς μηχανισμούς.

5.2.2 Λειτουργικές Απαιτήσεις

Οι λειτουργικές απαιτήσεις από το πληροφοριακό σύστημα είναι:

- Οι αντιπρόσωποι να είναι σε θέση ανά πάσα στιγμή να βλέπουν σε χάρτη τα σημεία που πρέπει να επισκεφθούν κάθε ημέρα.
- Οι αντιπρόσωποι να είναι σε θέση να βλέπουν το πρόγραμμα επισκέψεων των επόμενων ημερών.
- Οι αντιπρόσωποι να μπορούν να διαβιβάζουν στην έδρα τους ταχύτατα παραγγελίες και παρατηρήσεις.
- Οι αντιπρόσωποι να μπορούν να τηρούν ημερολόγιο επισκέψεων και να μπορούν να έχουν σε αυτό γρήγορη πρόσβαση.
- Στα υποκαταστήματα της εταιρείας να συγκεντρώνονται οι ανταποκρίσεις των αντιπροσώπων (παραγγελίες και σχόλια) και να προωθούνται στα κεντρικά γραφεία.
- Οι παραγγελίες να ελέγχονται από το τμήμα πωλήσεων και να διαβιβάζονται στο τμήμα διαχείρισης αποθήκης.
- Το τμήμα διαχείρισης αποθήκης θα πρέπει να είναι σε θέση να γνωρίζει έγκαιρα τις απαιτήσεις σε εμπόρευμα ώστε να μπορεί να στείλει σε κατάλληλο χρόνο τις παραγγελίες στους παραγωγούς.
- Με την προετοιμασία των παραγγελιών για αποστολή θα πρέπει να ενημερώνεται το λογιστήριο ώστε να δίνει έγκριση για την τελική παράδοση.
- Η διοίκηση της επιχείρησης θα πρέπει να είναι σε θέση να ελέγχει τα στατιστικά στοιχεία της επιχείρησης.

5.2.3 Μη λειτουργικές απαιτήσεις

- Οι λειτουργίες του πληροφοριακού συστήματος θα πρέπει να είναι συνεχώς διαθέσιμες στους χρήστες του.
- Όλα τα συστατικά μέρη του πληροφοριακού συστήματος θα πρέπει να αναβαθμίζονται όποτε απαιτείται, προκειμένου να είναι συμβατά με τις όποιες νεότερες απαιτήσεις μπορεί να προκύπτουν κατά την διάρκεια του κύκλου ζωής του.
- Θα πρέπει το πληροφοριακό σύστημα να προστατεύεται από όλους τους μηχανισμούς φυσικής και λογικής ασφάλειας.
- Η ανάπτυξη και η συντήρηση του πληροφοριακού συστήματος θα πρέπει να απαιτεί κόστος στο οποίο να μπορεί να ανταπεξέλθει η επιχείρηση.

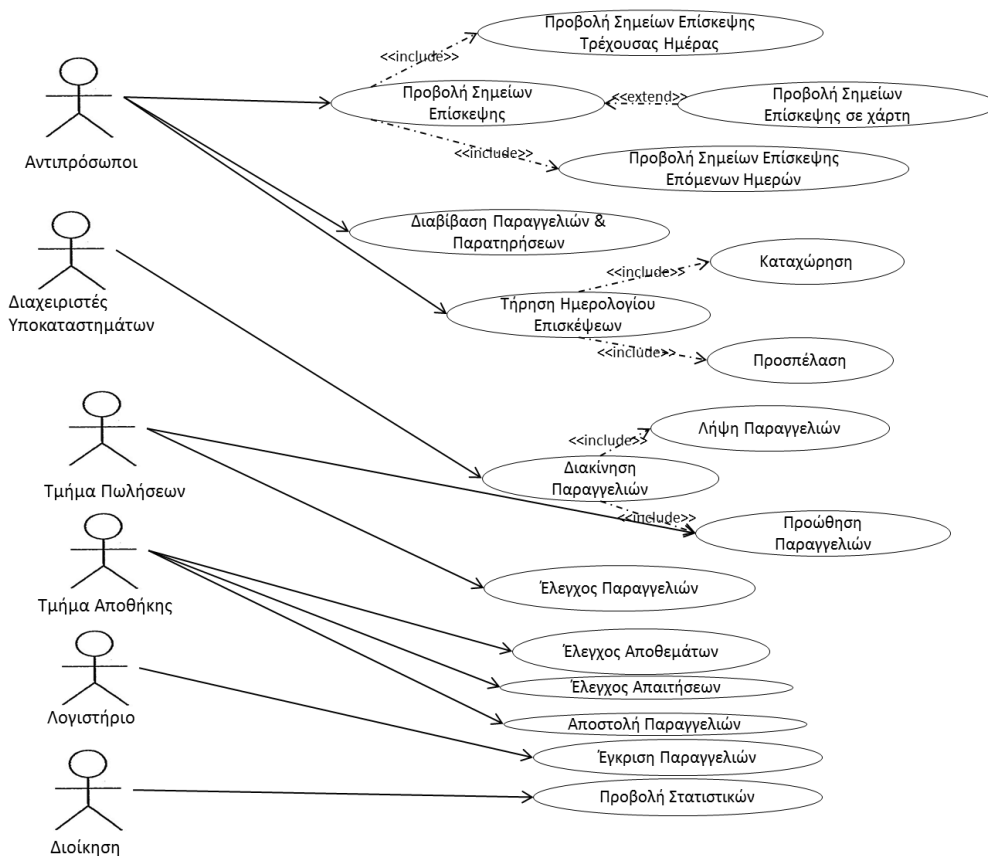
5.2.4 Δρώντες του πληροφοριακού συστήματος

Οι δρώντες του πληροφοριακού συστήματος θα είναι οι ακόλουθοι:

- Αντιπρόσωποι: Θα συντάσσουν και θα αποστέλλουν τις παραγγελίες στην έδρα τους. Θα μπορούν επίσης να ελέγχουν το πρόγραμμα της τρέχουσας αλλά και των επόμενων ημερών όπως επίσης και να ελέγχουν το ημερολόγιο των επισκέψεων (το ενημερώνουν μετά το πέρας κάθε επίσκεψης). Στο τέλος κάθε εβδομάδας αποστέλλουν έκθεση των πεπραγμένων στην διοίκηση της επιχείρησης.
- Διαχειριστές Υποκαταστημάτων: Θα ελέγχουν τις παραγγελίες που θα λαμβάνουν από τους αντιπροσώπους τους και θα τις προωθούν στο τμήμα πωλήσεων. Επίσης,

- θα ελέγχουν την ροή των επισκέψεων των αντιπροσώπων τους προκειμένου να επέλθουν με διαφοροποίηση του προγράμματος όπου απαιτηθεί.
- Τμήμα Πωλήσεων: Καταγράφει τις παραγγελίες από τα υποκαταστήματα. Τις ελέγχει ως προς την πληρότητά τους και τις προωθεί στο τμήμα της αποθήκης.
 - Τμήμα Αποθήκης: Προωθεί τις παραγγελίες στο Λογιστήριο προκειμένου να λάβει έγκριση εκτέλεσης. Σε θετική περίπτωση προετοιμάζει την παραγγελία για αποστολή και την προωθεί στην εταιρεία μεταφοράς για να φθάσει στο υποκατάστημα που την απέστειλε. Παράλληλα, ελέγχει την στάθμη των προϊόντων στην αποθήκη ώστε να διαπιστώσει για ποια προϊόντα θα πρέπει να κάνει αίτηση για παραγγελία στο λογιστήριο. Εφ' όσον λάβει έγκριση από το λογιστήριο θα αποστείλει την παραγγελία στον προμηθευτή.
 - Λογιστήριο: Το λογιστήριο λαμβάνει τα στοιχεία των εισερχομένων παραγγελιών από το τμήμα πωλήσεων και των εξερχομένων από το τμήμα αποθήκης και εγκρίνει ή απορρίπτει τις σχετικές αιτήσεις. Η απόφαση αυτή λαμβάνεται μετά από έλεγχο των οικονομικών στοιχείων της σχέσης της επιχείρησης με πελάτες και προμηθευτές. Το λογιστήριο επίσης ελέγχει τα λειτουργικά έξοδα τόσο των κεντρικών γραφείων όσο και των υποκαταστημάτων και πραγματοποιεί τις πληρωμές κεντροποιημένα.
 - Διοίκηση: Η διοίκηση ελέγχει τα στατιστικά στοιχεία που σχετίζονται με την λειτουργία της επιχείρησης ώστε να μπορεί να λαμβάνει τις κατάλληλες αποφάσεις για την αναβάθμιση της.

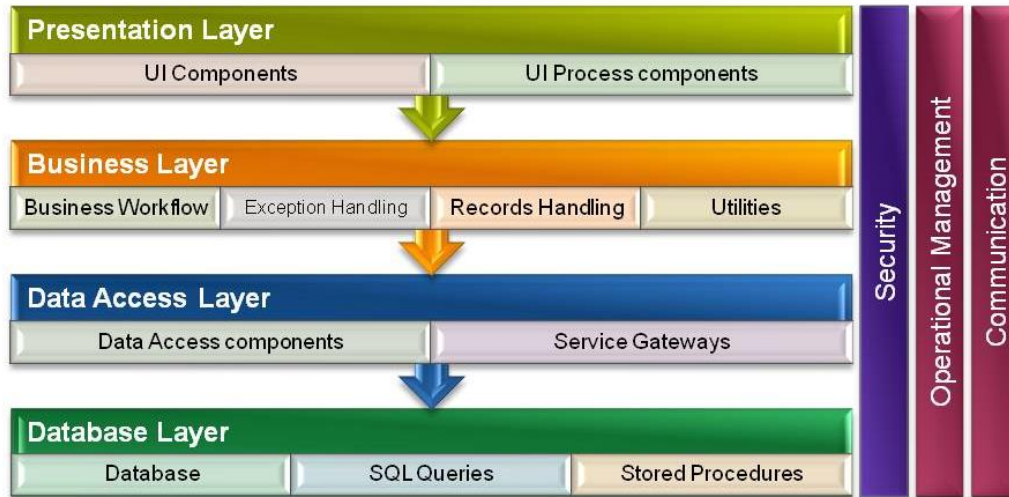
Στο Διάγραμμα Περίπτωσης Χρήσης (Use Case Diagram) φαίνονται οι δρώντες του πληροφοριακού συστήματος και οι λειτουργίες στις οποίες συμμετέχουν, σχηματικά.



Εικόνα 7: Διάγραμμα Περίπτωσης Χρήσης του προς ανάπτυξη πληροφοριακού συστήματος

5.2.5 Αρχιτεκτονική

Η αρχιτεκτονική του πληροφοριακού συστήματος θα ακολουθεί την πολυεπίπεδη αρχιτεκτονική. Η πολυεπίπεδη αρχιτεκτονική αποτελεί επέκταση της αρχιτεκτονικής των τριών επιπέδων.



Εικόνα 8: Πολυεπίπεδη αρχιτεκτονική (<https://tgarhwal.wordpress.com/2009/05/07/logical-building-blocks-in-n-tier-application-architecture/>)

Στο κατώτερο επίπεδο της αρχιτεκτονικής θα είναι τα δεδομένα που διαχειρίζεται η επιχείρηση. Τα δεδομένα αυτά θα είναι οργανωμένα σε μία βάση δεδομένων ενώ από τα ίδια τα δεδομένα και τις δοσοληψίες της βάσης δεδομένων παράγονται τα μεταδεδομένα, οι αναφορές και τα στατιστικά τα οποία θα οργανώνονται σε αποθήκες δεδομένων (data warehouses).

Το κατώτερο επίπεδο επεκτείνεται με το επίπεδο πρόσβασης στα δεδομένα. Σε αυτό εντάσσονται οι μηχανισμοί πρόσβασης και δοσοληψιών των λειτουργιών του πληροφοριακού συστήματος με την βάση δεδομένων.

Οι λειτουργίες του πληροφοριακού συστήματος θα ενταχθούν στο επιχειρησιακό επίπεδο. Εκεί θα αναπτυχθούν όλα εκείνα τα συστατικά που θα φέρουν εις πέρας τις διαδικασίες που εκτελούνται στα πλαίσια του πληροφορικού συστήματος. Παράλληλα, θα αναπτυχθούν μηχανισμοί ελέγχου ασφαλιών για την προστασία της ορθής λειτουργίας του. Στο επίπεδο αυτό επίσης θα καθορίζεται και η ροή των διαδικασιών (εργασιών) που θα εκτελούνται στα πλαίσια της λειτουργίας της επιχείρησης. Είναι επίσης εκείνο το επίπεδο που θα διαχειρίζεται τα ληφθέντα στοιχεία από την βάση δεδομένων και που θα προωθεί τις επεξεργασμένες πληροφορίες προς αποθήκευση. Τέλος, από τις διεπαφές του πληροφοριακού συστήματος θα δέχεται τις εισόδους και θα εκτελεί με αυτές τις προκαθορισμένες λειτουργίες προς παραγωγή των επιθυμητών εξόδων.

Στο ανώτερο επίπεδο, εκείνο το οποίο βρίσκεται πλησιέστερα στους δρώντες του πληροφοριακού συστήματος εντάσσονται οι διεπαφές του. Μέσω αυτών οι χρήστες θα μπορούν να υποβάλλουν τις εισόδους στο σύστημα και να λάβουν μετά την εκτέλεση των αντιστοίχων διαδικασιών τις εξόδους του. Παράλληλα αναπτύσσονται και μηχανισμοί για την επικύρωση των εισερχομένων δεδομένων όπως επίσης και για την φιλικότερη παρουσίαση των εξόδων.

5.3 Σχεδίαση - Επιλογές Υλοποίησης – Πιθανές Εφαρμογές Υπολογιστικού Νέφους

Η υλοποίηση τέτοιας αρχιτεκτονικής πληροφοριακού συστήματος με τις απαιτήσεις που περιεγράφηκαν, μπορεί να πραγματοποιηθεί με παραπάνω του ενός τρόπους. Η επιλογή του τρόπου είναι συνάρτηση παραγόντων όπως:

- Διαθέσιμος προϋπολογισμός: Αποτελεί ίσως τον σημαντικότερο περιοριστικό παράγοντα για την απόφαση του τρόπου με τον οποίο θα αναπτυχθεί ένα πληροφοριακό σύστημα. Κατά την εξέταση των πιθανών λύσεων το κόστος ανάπτυξης κάθε μίας από αυτές αναγκάζει τον αναλυτή να κάνει εκπτώσεις από την ποιότητα του προς ανάπτυξη συστήματος ώστε να επιτύχει την τελική του υλοποίηση με το κόστος που έχει προϋπολογιστεί. Η προσπάθεια αυτή γίνεται με στόχο την διατήρηση της ποιότητάς του στο μεγαλύτερο δυνατό επίπεδο.

Η εξεταζόμενη επιχείρηση είναι διατεθειμένη να διαθέσει ένα πόσο που κυμαίνεται στα 20000€ περίπου άπαξ για την σχεδίαση και ανάπτυξη του πληροφοριακού συστήματος. Επίσης έχει προϋπολογίσει και ετήσιο κόστος 10000€ για την συντήρησή του.

- Αξία διαχειριζομένων δεδομένων: Ο περιορισμός της ποιότητας του πληροφοριακού συστήματος γίνεται μέχρι του σημείου κατά το οποίο δεν επηρεάζεται η ασφάλεια των δεδομένων που διαχειρίζεται. Όσο μεγαλύτερη είναι η αξία των διαχειριζομένων δεδομένων τόσο μεγαλύτερη είναι η σπουδή για την εξασφάλισή τους. Έτσι μελετάται η ανάπτυξη αποδοτικών μηχανισμών φυσικής και λογικής ασφάλειας, κάτι που έχει επιπτώσεις στον σχεδιασμό των συστημάτων αλλά και το κόστος ανάπτυξης και συντήρησης.

Η εταιρεία είναι υποχρεωμένη να διασφαλίζει τα ευαίσθητα δεδομένα των πελατών της και των προμηθευτών της. Επίσης, η βιωσιμότητα της εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την αποτελεσματικότητα της προστασίας των επιχειρησιακών της πληροφοριών που σχετίζονται με μελλοντικές επιχειρηματικές κινήσεις, σχέδια επεκτάσεων σε νέες αγορές αλλά και απόρρητα οικονομικά στοιχεία.

- Βαθμός ανάγκης για ταχεία επεξεργασία: Το πόσο γρήγορα θα πρέπει να διεκπεραιώνει τις λειτουργίες του το πληροφοριακό σύστημα αποτελεί έναν ακόμα παράγοντα που η μελέτη μπορεί να οδηγήσει σε προσαρμογή των χαρακτηριστικών του προς ικανοποίηση των περιορισμών του προϋπολογισμού. Η ταχύτητα διεκπεραίωσης των λειτουργιών απαιτεί την ανάπτυξη ισχυρών κοστοβόρων διατάξεων. Συνεπώς, οι αναλυτές εξετάζουν την επίτευξη της επιθυμητής ταχύτητας στα όρια του διατιθέμενου προϋπολογισμού.

Για το προς ανάπτυξη πληροφοριακό σύστημα η ταχύτητα δεν είναι ζητούμενο ζωτικής σημασίας. Η διαβίβαση των πληροφοριών και η ροή των εργασιών δεν είναι απαραίτητο να πραγματοποιούνται σε πραγματικό χρόνο. Αυτό που θα πρέπει ωστόσο να διασφαλίζεται είναι η διαβίβαση των παραγγελιών, η επεξεργασία τους, η προετοιμασία τους και η μεταφορά τους στον πελάτη σε χρόνο που συνολικά θα πρέπει να κυμαίνεται από μία έως δύο εργάσιμες ημέρες. Παρέκκλιση από τους χρόνους αυτούς είναι πολύ πιθανό να δυσαρεστήσει τους πελάτες της επιχείρησης.

- Διατιθέμενη τεχνογνωσία: Οι αναλυτές κατά την σχεδίαση πληροφοριακών συστημάτων εξετάζουν και τον βαθμό κατά τον οποίο οι διαχειριστές του είναι σε θέση να το συντηρήσουν. Η συντήρηση των λειτουργιών του πληροφοριακού συστήματος προϋποθέτει τεχνογνωσία. Η ύπαρξη εντός της επιχείρησης προσωπικού με σχετικές τεχνικές γνώσεις αποτελεί ένα στοιχείο που εξετάζεται κατά την σχεδίαση.

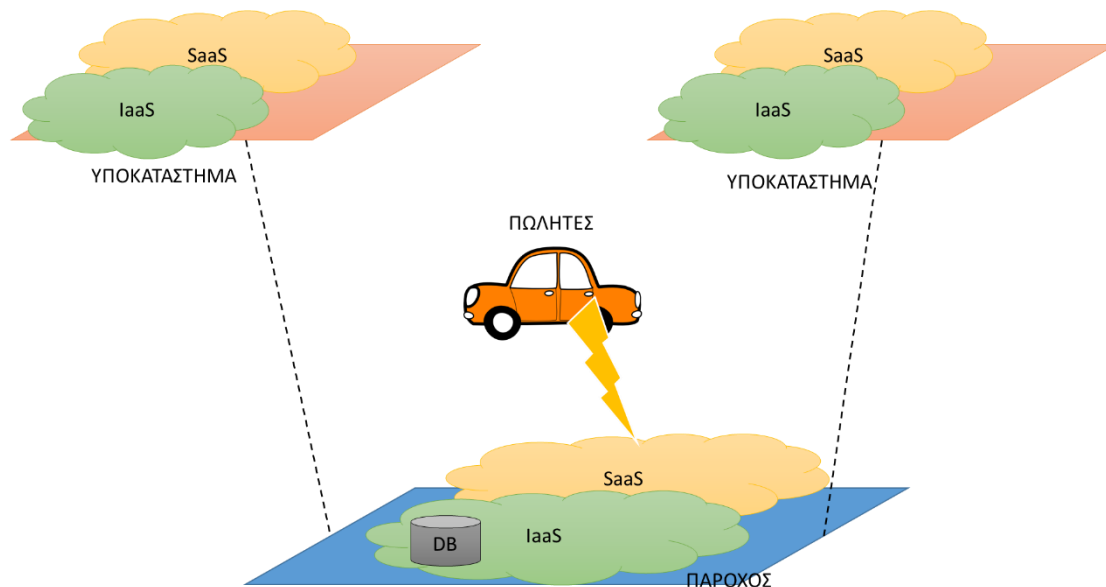
Η εταιρεία δεν διαθέτει προσωπικό με εξειδικευμένες γνώσεις που να εκτελεί εξειδικευμένες εργασίες συντήρησης. Η διοίκησή της έχει αντιληφθεί την σημασία της ορθής λειτουργίας των πληροφοριακών συστημάτων, που βασίζονται στους ηλεκτρονικούς υπολογιστές και το διαδίκτυο, και είναι διατεθειμένη να προσλάβει και να διατηρήσει προσωπικό το οποίο θα είναι επιφορτισμένο με την πρωτοβάθμια συντήρησή του. Ωστόσο, θεωρεί ιδιαίτερα δυσβάσταχτο το κόστος διατήρησης εξειδικευμένου προσωπικού για την παρακολούθηση λειτουργιών που σχετίζονται με μεγάλης πολυπλοκότητας τηλεπικοινωνιακών και υπολογιστικών διατάξεων.

Υπό το πρίσμα της μελέτης των παραπάνω παραγόντων, η εκμετάλλευση των χαρακτηριστικών του υπολογιστικού νέφους αποτελεί μία λύση η οποία μπορεί να διατηρήσει τον προϋπολογισμό ανάπτυξης και συντήρησης σε χαμηλά σχετικά επίπεδα τα οποία μπορεί να αντέξει η εταιρεία και που βρίσκονται μέσα στα οικονομικά όρια που έχει προϋπολογίσει. Η προσαρμογή στο διατιθέμενο προϋπολογισμό με την χρήση τεχνολογιών υπολογιστικού νέφους περιορίζει τις εκπτώσεις που είναι απαραίτητο να γίνουν στην ποιότητα του πληροφοριακού συστήματος.

Στις επόμενες παραγράφους περιγράφεται το πώς μπορεί να γίνει η υλοποίηση κάθε επιπέδου της αρχιτεκτονικής του πληροφοριακού συστήματος καθώς και με ποιον τρόπο μπορούν να ενσωματωθούν οι μεθοδολογίες και οι τεχνολογίες του υπολογιστικού νέφους. Παράλληλα, εντοπίζονται τα σημεία εκείνα της υφιστάμενης αρχιτεκτονικής του πληροφοριακού συστήματος και ο τρόπος με τον οποίο το νέο πληροφοριακό σύστημα πρέπει να απεξαρτηθεί ώστε να λειτουργήσει αποδοτικά στο κατανεμημένο περιβάλλον του υπολογιστικού νέφους.

Για την διαμόρφωση της πρότασης αυτής ελήφθησαν υπ' όψη οι απαιτήσεις για την αποδοτική λειτουργία του πληροφοριακού συστήματος καθώς και τα πλεονεκτήματα και οι περιορισμοί που σχετίζονται με την μετάβαση σε τεχνολογίες υπολογιστικού νέφους (Bertolucci 2015) (Cloud Tweaks 2015).

Διαγραμματικά η προτεινόμενη λύση για την ανάπτυξη του πληροφοριακού συστήματος φαίνεται στο επόμενο σχήμα.



Εικόνα 9: Γενική Αρχιτεκτονική ΠΣ

5.3.1 Επίπεδο Δεδομένων

Το πληροφοριακό σύστημα της επιχείρησης χρειάζεται να επεξεργάζεται αρκετά μεγάλο όγκο δεδομένων. Πολλά από αυτά τα δεδομένα ανακτώνται – ακόμα και ταυτόχρονα – από διαφορετικούς χρήστες πολλές φορές στην διάρκεια της ημέρας (ειδικότερα τις εργάσιμες ημέρες και ώρες). Στα δεδομένα της επιχείρησης περιλαμβάνονται και κρίσιμες πληροφορίες περί πελατών, προμηθευτών και παραγγελιών. Από τα στοιχεία αυτά προκύπτει ότι τα δεδομένα πρέπει να είναι οργανωμένα σε ένα αρκετά ισχυρό Σύστημα Βάσης Δεδομένων το οποίο να επιτρέπει την γρήγορη ανάκτηση και αποθήκευση. Βασικό επίσης στοιχείο ενός τέτοιου συστήματος θα πρέπει να είναι η εξασφάλιση των δεδομένων και των μηχανισμών του.

Η εγκατάσταση ενός τέτοιου συστήματος εκ μέρους της επιχείρησης θα απαιτούσε:

- Την διαμόρφωση κατάλληλου χώρου για την εγκατάσταση του υλικού μέρους του Συστήματος Βάσης Δεδομένων. Οι προδιαγραφές της διαμόρφωσης του χώρου αυτού επιβάλλονται από τις απαιτήσεις των μηχανημάτων για αποδοτική λειτουργία (καθαριότητα, απουσία υγρασίας, διατήρηση σταθερής θερμοκρασίας). Επιπλέον οι απαιτήσεις για φυσική και λογική ασφάλεια επιβάλλουν απαιτήσεις από τις προδιαγραφές ανάπτυξης του χώρου εγκατάστασης του συστήματος βάσης δεδομένων. Έτσι θα πρέπει να εξασφαλιστεί η εξουσιοδοτημένη πρόσβαση στους χώρους, η πυρασφάλεια και η διατήρηση εναλλακτικών εγκαταστάσεων για την αντιμετώπιση ολοκληρωτικών φυσικών καταστροφών. Το κόστος διαμόρφωσης

κατάλληλων χώρων εγκατάστασης του υλικού μέρους του απαιτούμενου συστήματος βάσης δεδομένων θεωρείται δυσβάστακτο για την επιχείρηση.

- Την εγκατάσταση και συντήρηση υλικού εξοπλισμού. Η επιχείρηση θα πρέπει να προσδιορίσει το υλικό το οποίο είναι ικανό να τρέχει τις διαδικασίες του πληροφοριακού συστήματος. Στην συνέχεια, πρέπει να προβεί στην προμήθειά του και την εγκατάσταση του. Μετά την εγκατάσταση και κατά την χρήση του εξοπλισμού πρέπει να είναι σε θέση να εξασφαλίζει με κατάλληλες διαδικασίες συντήρησης την εύρυθμη λειτουργία τους. Παράλληλα, θα πρέπει να εξασφαλίζει και την αδιάλειπτη παροχή ηλεκτρικού ρεύματος ώστε το σύστημα να είναι συνέχεια εν λειτουργία. Η σπουδή για τα θέματα αυτά απαιτεί αφ' ενός την διάθεση αρκετά μεγάλων ποσών (στα οποία προστίθενται και τα ποσά για την σύναψη συμβολαίων συντήρησης του εξοπλισμού) αλλά και εξειδικευμένες γνώσεις για τον χειρισμό και την στοιχειώδη συντήρηση του εξοπλισμού. Το κόστος αυτό θεωρείται αρκετά υψηλό για να αποσβεστεί σε εύλογο χρονικό διάστημα.
- Την απόκτηση του απαραίτητου λογισμικού και ικανού πλήθους αδειών χρήσης για την διαχείριση και χρήση του συστήματος βάσης δεδομένων. Παράλληλα χρειάζεται και αντίστοιχη μέριμνα για λογισμικό που θα χρησιμοποιηθεί για την στατιστική μελέτη ποσοτικών και ποιοτικών στοιχείων της δραστηριότητας της επιχείρησης τα οποία προκύπτουν από τα αποθηκευμένα δεδομένα στην βάση δεδομένων. Το κόστος αυτό είναι σχετικά μεγάλο και αυξάνεται ανάλογα με την ποιότητα του λογισμικού. Επίσης, στο κόστος αυτό θα πρέπει να συνυπολογίζεται το απαιτούμενο κόστος για τις αναβαθμίσεις του λογισμικού καθώς και για την παρεχόμενη τεχνική υποστήριξη.
- Την διατήρηση προσωπικού ικανού να διαχειρίζεται και να συντηρεί αποδοτικά τόσο το υλικό όσο και το λογισμικό του συστήματος βάσης δεδομένων αλλά και προσωπικό για την φυσική ασφάλεια των χρησιμοποιούμενων χώρων.

Αυτές είναι και οι αιτίες για τις οποίες οι περισσότερες μικρές ή μεσαίες επιχειρήσεις στρέφονται στην λύση των υπηρεσιών υπολογιστικού νέφους «Υπηρεσίες Υποδομών» (IaaS). Οι Υπηρεσίες Υποδομών είναι και για την υπό εξέταση επιχείρηση η πλέον αποδοτική επιλογή. Η λύση αυτή οδηγεί στην σύναψη ενός συμβολαίου παροχής υπηρεσιών υπολογιστικού νέφους με το οποίο έναντι κάποιου κόστους παρέχονται εικονικές μηχανές στις οποίες εγκαθίσταται λογισμικό συστημάτων διαχείρισης βάσης δεδομένων. Την ευθύνη για την εγκατάσταση (φυσικών και εικονικών) των μηχανημάτων την έχει ο πάροχος των λύσεων νεφοϋπολογιστικής. Ο πάροχος έχει ακόμα την ευθύνη της φυσικής και της λογικής ασφάλειας του εξοπλισμού που χρησιμοποιείται, όπως επίσης της συντήρησης, της τεχνικής του υποστήριξης και της αδιάλειπτης λειτουργίας του. Η επιχείρηση μεριμνά μόνο για την διαχείριση των δεδομένων της. Με τον τρόπο αυτό απαλλάσσεται από τα κόστη που προαναφέρθηκαν καθώς και από την ανάγκη για διατήρηση εξειδικευμένου προσωπικού για την διαχείριση και την συντήρηση του συστήματος. Το τίμημα για αυτό είναι ότι αναγκάζεται να εμπιστευτεί τα δεδομένα της σε μία τρίτη οντότητα. Το παραπάνω μειονέκτημα αμβλύνεται από τους κανόνες και τις ρήτρες που επιβάλλει το συμβόλαιο μεταξύ παρόχου και επιχείρησης για οποιαδήποτε φθορά προκύψει στα δεδομένα (καταστροφή, απώλεια, αλλοίωση, υποκλοπή).

Για το απαιτούμενο λογισμικό διαχείρισης συστήματος βάσης δεδομένων, εκτιμάται ότι η επιχείρηση θα πρέπει να έλθει σε συμφωνία με παρόχους λύσεων υπολογιστικού νέφους για «Υπηρεσίες Λογισμικού». Ο επιλεγμένος πάροχος θα πρέπει να διαθέτει το απαραίτητο λογισμικό για την διαχείριση της βάσης δεδομένων όπως επίσης και για την ανάλυση των εγγραφών της, ώστε να είναι σε θέση η διοίκηση της επιχείρησης να τροφοδοτείται με έγκυρα στατιστικά στοιχεία για την υποστήριξη λήψεως αποφάσεων. Η επιχείρηση χρησιμοποιεί έναντι τιμήματος, που θα προβλέπεται από το αντίστοιχο συμβόλαιο, το λογισμικό και δεν θα χρειάζεται να μεριμνά για τυχόν αναβαθμίσεις και συντηρήσεις του λογισμικού. Δεν χρειάζεται επίσης να μεριμνά για το υλικό, στο οποίο χρειάζεται να είναι εγκατεστημένο το λογισμικό, αφού αποτελεί μέρος των «Υπηρεσιών Υλικού», όπως προαναφέρθηκε.

Η επιλογή του παρόχου υπηρεσιών νεφοϋπολογιστικής είναι μία διαδικασία που θα πρέπει να γίνει σχολαστικά προκειμένου να εξεταστούν όλοι οι παράμετροι που ρυθμίζουν την επιτυχία της επιλογής αυτής. Σε πρώτο στάδιο χρειάζεται να καθοριστούν, με την μέγιστη δυνατή ακρίβεια, συγκεκριμένα ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά των επιθυμητών υπηρεσιών υπολογιστικού νέφους. Στην συνέχεια χρειάζεται να γίνει μία προκαταρκτική έρευνα προκειμένου να εντοπιστούν αξιόπιστοι πάροχοι υπηρεσιών που καλύπτουν τις απαιτήσεις που ετέθησαν. Η διαδικασία επιλογής

συνεχίζεται με την καταγραφή των πακέτων υπηρεσιών που παρέχει κάθε ένας από τους αξιόπιστους παρόχους που έχουν εντοπιστεί. Τα πακέτα που καταγράφονται θα πρέπει να καλύπτουν όλες τις απαιτήσεις του προς ανάπτυξη (ή αναβάθμιση) πληροφοριακού συστήματος καθώς και να συνοδεύονται από το αντίστοιχο οικονομικό κόστος. Οι περισσότερες εταιρείες παροχής λύσεων υπολογιστικού νέφους διαθέτουν στο κοινό εφαρμογές υπολογισμού κόστους των υπηρεσιών που μπορούν να διαθέτουν στους πελάτες τους. Η χρήση των εφαρμογών αυτών είναι ένα βασικό στάδιο για τον υπολογισμό του κόστους. Η τελική εκτίμηση του κόστους μπορεί ωστόσο να γίνει ακριβέστερα με επικοινωνία με το τμήμα πωλήσεων της κάθε επιχείρησης προκειμένου ο ενδιαφερόμενος να λάβει όποιες διευκρινήσεις και επιπλέον πληροφορίες χρειάζεται.

Στην παρούσα περίπτωση εκτιμήθηκε ότι οι υπηρεσίες υπολογιστικού νέφους που χρειάζεται να εξασφαλιστούν για την λειτουργία του νέου πληροφοριακού συστήματος είναι:

- Αποθηκευτικός Χώρος: 5TB
- Βάση δεδομένων: 15GB
- Διαδικτυακή Εφαρμογή με υποστήριξη SSL
- Υπηρεσίες λήψεως αντιγράφων ασφαλείας
- Τεχνική Υποστήριξη: Μέγιστος χρόνος αποκατάστασης προβλημάτων να είναι τα 120 και τηλεφωνική υποστήριξη 24/7)

Εξετάστηκαν οι εξής πάροχοι υπηρεσιών υπολογιστικού νέφους:

- Windows Azure
- Google Cloud
- Amazon
- Rack Space

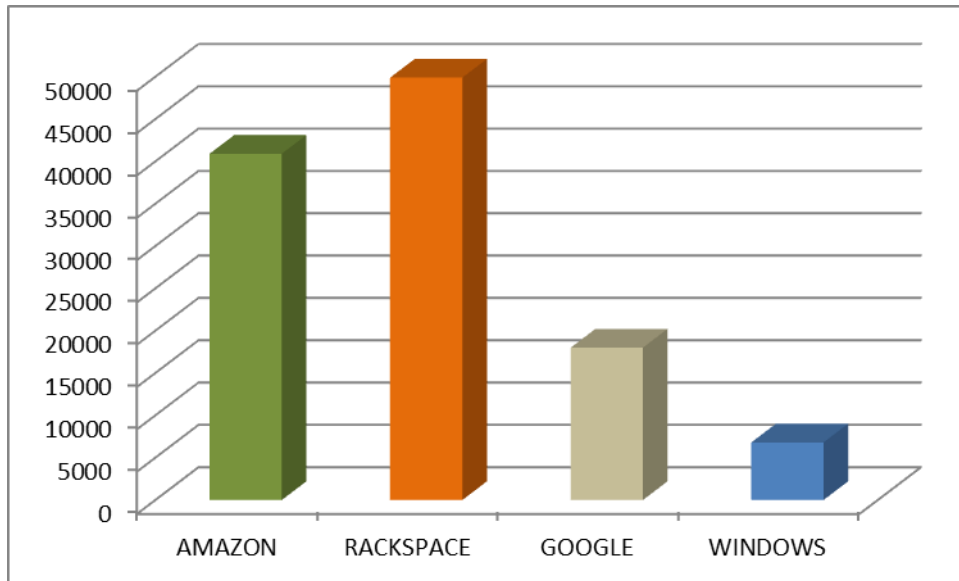
Τα κριτήρια που χρησιμοποιήθηκαν για την αξιολόγηση αυτή ήταν:

- Αξιοπιστία - Φήμη
- Παρεχόμενες υπηρεσίες
- Κόστος παρεχόμενων υπηρεσιών

Οι πάροχοι που εξετάστηκαν δίνουν την δυνατότητα υπολογισμού του κόστους των επιθυμητών υπηρεσιών μέσω διαδικτυακών εφαρμογών. Οι εφαρμογές αυτές χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό ενδεικτικού κόστους (το ακριβές κόστος προκύπτει κατά την επικύρωση της συμφωνίας με συμβόλαιο παροχής υπηρεσιών). Στις παραμέτρους των εφαρμογών αυτών ετέθησαν τιμές των τεχνικών χαρακτηριστικών που καλύπτουν τις απαιτήσεις για το προς ανάπτυξη πληροφοριακό σύστημα. Τα κόστη που προέκυψαν φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

| ΑΑ | ΕΤΑΙΡΕΙΑ | ΕΤΗΣΙΟ ΚΟΣΤΟΣ |
|----|------------------------|-------------------|
| 1 | Amazon (EC2 – Storage) | 45600\$ 40900€ |
| 2 | Rack Space | 40700£ 49900€ |
| 3 | Google Cloud | 20200\$ 18000€ |
| 4 | Windows Azure | 15000€ |

Με βάση τους υπολογισμούς αυτούς φαίνεται ότι οι υπηρεσίες της Windows Azure συνδυάζουν αποδοτικότερα την ποιότητα των παρεχόμενων υπηρεσιών σε σχέση με το απαιτούμενο αντίτιμο που πρέπει να καταβάλει ο πελάτης (Cloud Spectator 2016) (007fff Azure 2013). <https://azure.microsoft.com/en-us/pricing/calculator/>



Εικόνα 10: Σύγκριση κόστους υπηρεσιών υπολογιστικού νέφους

Το κόστος των υπηρεσιών αυτών μηνιαίως είναι περίπου 570€. Η χρήση του υπολογιστικού νέφους φαίνεται να είναι πιο συμφέρουσα επιλογή για την επιχείρηση καθώς η επιλογή της ανάπτυξης των υποδομών αυτών και η εγκατάσταση του απαιτούμενου λογισμικού θα ήταν ακριβότερη. Θα απαιτείτο η προμήθεια καταλλήλου υλικού και λογισμικού αλλά και η απασχόληση προσωπικού για την τεχνική του υποστήριξη το οποίο σίγουρα θα αμείβονταν με μηνιαίο μισθό ανώτερο των 800€ το κάθε άτομο.

| Your estimate | | | | |
|--|------------------|-------------|---|----------------|
| Service type | Custom name | Region | Description | Estimated Cost |
| SQL Database | SQL Database | West Europe | 8 basic database(s) x 744 hours, size: b | €33,63 |
| Storage | Storage | West US | 5 TB storage Block blob type. Basic tier, LRS redundancy, 1 x100,000 transactions | €102,25 |
| Virtual Machines | Virtual Machines | West Europe | 1 Standard virtual machine(s) Windows type, D1 (undefined, 1 cores, 3.5 GB RAM, 50 GB disk, \$0.148/hr) size, 744 hours | €92,86 |
| App Service | App Service | West Europe | 1 instance(s), 744 hours, size: b1, basic tier, 0 SNI connection(s), 1 IP connection(s) | €79,94 |
| Support | | | Support | €252,99 |
| | | | Monthly Total | |
| | | | Annual Total | |
| Disclaimer | | | | |
| All prices shown are in Euro (€). This is a summary estimate, not a quote. For up to date pricing information please visit this link . This estimate was created at 10/2/2016 12:45:45 PM UTC. | | | | |

Εικόνα 11: Χαρακτηριστικά υπηρεσιών υπολογιστικού νέφους από Windows Azure

Όσο αφορά την αποθήκευση των δεδομένων που απαιτούνται για τις λειτουργίες που ολοκληρώνονται στα στενά πλαίσια του κάθε υποκαταστήματος, προκρίνεται η λύση του ιδιωτικού IaaS νέφους. Σε κάθε υποκατάστημα μπορούν να εγκατασταθούν ισχυρές - σχετικά – διατάξεις με αυξημένες δυνατότητες αποθήκευσης και διαχείρισης δεδομένων. Ενδεικτικά θα πρέπει να εγκατασταθεί σε κάθε υποκατάστημα εξυπηρετητές με τουλάχιστον τις ακόλουθες προδιαγραφές:

- Μνήμη RAM: 8GB

- Επεξεργαστής: 2.6GHZ
- Αποθηκευτικός Χώρος: 10TB

Το κόστος για κάθε τέτοιο εξυπηρετητή υπολογίζεται περίπου στα 2500€ (πηγή eshop.gr) συνυπολογίζοντας και την προεγκατάσταση λειτουργικού συστήματος και λογισμικού ασφαλείας.

Στα υποκαταστήματα χρειάζεται να εγκατασταθούν από δύο ηλεκτρονικοί υπολογιστές μετρίων δυνατοτήτων που θα χρησιμοποιηθούν ως τερματικά, εκτιμώμενου κόστους 300€ έκαστο.:

- Μνήμη RAM: 4GB
- Επεξεργαστής: 2.6GHZ
- Αποθηκευτικός Χώρος: 500GB

Στις διατάξεις αυτές δύναται να εγκατασταθεί λογισμικό υποστήριξης λειτουργιών υπολογιστικού νέφους που σε πολλές περιπτώσεις μπορεί να διατίθεται δωρεάν (πχ. OwnCloud⁴). Μέσω του λογισμικού αυτού, οι εργαζόμενοι στα υποκαταστήματα της επιχείρησης θα έχουν την δυνατότητα να επεξεργάζονται συγχρονισμένα και να διαμοιράζονται κάθε είδους αρχεία που απαιτούνται στις ροές εργασίας που ολοκληρώνονται στα όρια του υποκαταστήματος. Με τον τρόπο αυτό θα απαλειφθεί η πιθανότητα επεξεργασίας διαφορετικών εκδόσεων του ίδιου αρχείου από διαφορετικούς χρήστες (κάτι που συχνά οδηγεί σε εσφαλμένη παραμετροποίηση των λειτουργιών που τρέχουν στα πληροφοριακά συστήματα), θα ελαττωθούν οι ανάγκες για τοπικά αποθηκευτικά μέσα ενώ θα διευκολυνθεί σημαντικά ο διαμοιρασμός και ο συγχρονισμός της εργασίας των εργαζομένων της επιχείρησης. Οι απαιτήσεις για ασφάλεια για το ιδιωτικό νέφος θα πρέπει να είναι ανάλογες με την αξία των αποθηκευμένων δεδομένων. Αναλογιζόμενοι ότι ο προϋπολογισμός της εγκατάστασης (όπως προαναφέρθηκε 20000€ άπαξ) και συντήρησης του πληροφοριακού συστήματος (όπως προαναφέρθηκε 10000€ ανά έτος) πρέπει να διατηρηθεί σε χαμηλά επίπεδα, εκτιμάται ότι στο ιδιωτικό νέφος θα πρέπει να αποθηκεύονται δεδομένα χαμηλής και μέσης διαβάθμισης ασφαλείας.

5.3.2 Επίπεδο Πρόσβασης - Διαχείρισης Δεδομένων

Η πρόσβαση στα δεδομένα μιας βάσης καθώς και η διαχείρισή τους γίνεται με κατάλληλο λογισμικό. Στο διαδίκτυο υπάρχουν διαθέσιμα ισχυρά πακέτα λογισμικού δωρεάν των οποίων η υποστήριξη στηρίζεται σε πολυπληθείς και εξειδικευμένες κοινότητες προγραμματιστών. Ωστόσο μία τέτοια λύση θα μπορούσε να είναι ικανοποιητική για μία επιχείρηση η οποία διαθέτει προσωπικό ικανό να μπορεί να ανταποκριθεί σε ζητήματα λειτουργίας, χρήσης και συντήρησης του λογισμικού που μπορεί να προκύψουν. Σε διαφορετική περίπτωση η τεχνική υποστήριξη θα είναι αδύνατη. Η εταιρεία, ωστόσο, όπως προαναφέρθηκε δεν επιθυμεί να επωμιστεί το κόστος διατήρησης εξειδικευμένου προσωπικού για την διαχείριση πολύπλοκων μηχανισμών. Η πιο σίγουρη προσέγγιση είναι η χρήση λογισμικού ως υπηρεσία υπολογιστικού νέφους. Έτσι δίνεται η δυνατότητα στο προσωπικό της επιχείρησης να διαχειρίζεται μέσω κατάλληλου λογισμικού την βάση δεδομένων της (δεν απαιτείται το προσωπικό να έχει πολύ εξειδικευμένες γνώσεις αλλά σχετική οικειότητα με την χρήση εφαρμογών διαχείρισης βάσεων δεδομένων) χωρίς να είναι απαραίτητη η προμήθειά του ή η συντήρησή του.

Επιπροσθέτως, δεν εμπλέκεται η επιχείρηση με τις αλλαγές που μπορεί να χρειαστούν στις ρυθμίσεις του λογισμικού ή τις αναβαθμίσεις του αφού – βάσει του συμβολαίου που θα έχει συναφθεί, αυτά θα αποτελούν επιχείρηση του παρόχου. Οι πάροχοι υπηρεσιών βάσεων δεδομένων σε περιβάλλον υπολογιστικού νέφους συνήθως παρέχουν και αντίστοιχο λογισμικό διαχείρισής τους. Το λογισμικό που προσφέρει η επιλεγείσα υπηρεσία της Microsoft για την βάση δεδομένων, SQL Database, είναι συμβατό με τις λειτουργίες του SQL Server. Κατά συνέπεια είναι εφικτό να παρακολουθεί τις βασικές εργασίες διαχείρισης το υπάρχον προσωπικό της επιχείρησης (μετά από μία σύντομη, εντατική εκπαιδευτική διαδικασία).

Η μεταφορά της υπάρχουσας βάσης δεδομένων μπορεί να γίνει αφού πρώτα ληφθεί αντίγραφο της σε μορφή αναγνώσιμη και από το λογισμικό του SQL Database. Η λήψη του αντιγράφου ασφαλείας από την υπάρχουσα βάση δεδομένων είναι μία αρκετά απλή διαδικασία Η

⁴ Πρόκειται για λογισμικό ανοικτού κώδικα για τον διαμοιρασμό και συγχρονισμό αρχείων που τυγχάνουν επεξεργασίας στα όρια ενός οργανισμού ή μίας επιχείρησης. Είναι μία αρκετά αξιόπιστη πλατφόρμα με πλήρη υποστήριξη της Ελληνικής Γλώσσας ενώ παρέχονται και ικανοποιητικός αριθμός προσθέτων τρίτων κατασκευαστών για την προσαρμογή της στις ιδιαίτερες ανάγκες κάθε οργανισμού ή επιχείρησης.

MySQL προσφέρει ικανό πλήθος επιλογών για το είδος του αντιγράφου που μπορεί να ληφθεί. Η προσφορότερη λύση είναι να ληφθούν σε ξεχωριστά αρχεία κειμένου οι εντολές δημιουργίας των συστατικών της βάσης δεδομένων και των ίδιων των δεδομένων (αρχεία εγγραφών μεταβλητού μήκους). Από την άλλη μεριά ο SQL Server προσφέρει την δυνατότητα της εισαγωγής ορισμού και δεδομένων βάσεων δεδομένων από τους προαναφερθέντες τύπους αρχείων.

Την εκτέλεση της διαδικασίας αυτής μπορεί να την αναλάβει έναντι αμοιβής (η οποία εκτιμάται ότι δεν θα ξεπερνάει τα 300€) προγραμματιστής με μέση εξοικείωση με τα δημοφιλέστερα Συστήματα Διαχείρισης Σχεσιακών Βάσεων Δεδομένων. Αν και όλες οι εταιρείες παροχής λύσεων βάσεων δεδομένων στο υπολογιστικό νέφος παρέχουν διαφανείς μηχανισμούς εξασφάλισης της διαθεσιμότητάς τους, το λογισμικό, πέραν όλων των άλλων λειτουργιών διαχείρισης, δίνει την δυνατότητα λήψης αντιγράφων ασφαλείας σε υπολογιστικές διατάξεις που βρίσκονται στην μεριά του πελάτη. Έτσι η επιχείρηση θα έχει την δυνατότητα και από μόνη της να διατηρεί αντίγραφα ασφαλείας σε αποθηκευτικές διατάξεις που είναι στεγασμένες στα υποκαταστήματα της περιοδικά. Με τον τρόπο αυτό εξασφαλίζει διπλή προστασία των δεδομένων της αφού αντίγραφο της βάσης δεδομένων θα υπάρχει τόσο στην μεριά του παρόχου (σαν παρεχόμενη υπηρεσία του) αλλά και στην μεριά της επιχείρησης (για άμεση χρήση). Το κόστος των αντιγράφων ασφαλείας των βάσεων δεδομένων είναι σχεδόν πάντα ενσωματωμένο στο κόστος χρήσης της ίδιας της νεφοϋπολογιστικής υπηρεσίας.

Σε τοπικό επίπεδο είναι αρκετή η εγκατάσταση λογισμικού διαχείρισης των αποθηκευμένων αρχείων. Τέτοιου είδους λογισμικό έχει χαμηλό ή μηδενικό κόστος εγκατάστασης και συντήρησης ενώ στις περισσότερες περιπτώσεις προσφέρει διεπαφές που καθιστούν εύκολο τον χειρισμό του από τον μέσο χρήστη εφαρμογών του διαδικτύου. Τέτοιες εφαρμογές είναι:

- File Zilla: Ένας δωρεάν διαθέσιμος FTP Client.
- Open Office: Ένα σύνολο δωρεάν διαθέσιμων εφαρμογών γραφείου.

5.3.3 Επίπεδο Λειτουργικότητας

Στο πληροφοριακό σύστημα τρέχουν διαδικασίες οι οποίες διεκπεραιώνουν τις λειτουργίες του. Στα σύγχρονα πληροφοριακά συστήματα οι περισσότερες από αυτές τις διαδικασίες είναι αυτοματοποιημένες. Κατά συνέπεια η εγκατάσταση και η λειτουργία τους προϋποθέτει την ύπαρξη υλικού και λογισμικού κατάλληλων προδιαγραφών. Όπως προαναφέρθηκε και για το επίπεδο των δεδομένων, η δημιουργία υποδομών ικανών να φιλοξενήσουν και να εξυπηρετήσουν τις απαιτήσεις του υλικού αυτού απαιτεί κόστος το οποίο μόνο μεγάλοι οργανισμοί μπορούν να αντέξουν. Κατά συνέπεια προσφορότερη λύση για την επιχείρηση, με βάση το διατιθέμενο προϋπολογισμό είναι η υιοθέτηση των υπηρεσιών του υπολογιστικού νέφους. Το λογισμικό που χρησιμοποιείται για την εκτέλεση των διαδικασιών του πληροφορικού συστήματος τις περισσότερες φορές απαιτεί τεχνογνωσία και σπάνια μπορεί να απαιτεί ακριβούς μηχανισμούς (π.χ. οι ηλεκτρονικές πληρωμές βασίζονται σε υψηλού κόστους διατάξεις ασφαλείας ενώ οι υπόλοιπες διαδικασίες ροής εργασίας σε έναν κερδοσκοπικό οργανισμό μπορεί να βασιστεί στο απλό μοντέλο εξυπηρετούμενου- εξυπηρετητή και σε τεχνολογίες οι οποίες δεν είναι απαιτητικές σε πόρους - άρα όχι πολύ κοστοβόρες).

Οι λειτουργίες του πληροφοριακού συστήματος μπορεί να εγκατασταθούν στις υποδομές του παρόχου IaaS. Οι περισσότερες λειτουργίες ήδη είναι υλοποιημένες στην υπάρχουσα διαδικτυακή εφαρμογή που χρησιμοποιείται στις κεντρικές υποδομές της επιχείρησης. Ωστόσο, χρειάζεται να προσαρμοστούν στα δεδομένα του IaaS υπολογιστικού νέφους, να αναπτυχθούν προγραμματιστικές διεπαφές και μία εφαρμογή για κινητά τηλέφωνα για πρόσβαση σε αυτήν μέσω ασύρματης διαδικτυακής σύνδεσης. Μέσω λοιπών της διαδικτυακής εφαρμογής και των APIs θα ενημερώνεται η βάση δεδομένων όπως παρακάτω:

- Προβολή σημείων επίσκεψης τρέχουσας ημέρας: Μέσω διαδικτυακής εφαρμογής για κινητές συσκευές, θα πραγματοποιείται επικοινωνία μέσω προγραμματιστικής διεπαφής που θα είναι εγκατεστημένη στο IaaS και θα ανακτά από την βάση δεδομένων τα σημεία επισκέψεων τρέχουσας ημέρας.
- Προβολή σημείων επίσκεψης τρέχουσας ημέρας σε χάρτη: Η παραπάνω διαδικασία, επιπλέον θα αποτυπώνει τα σημεία επίσκεψης σε χάρτη που θα προβάλλεται από την εφαρμογή για κινητές συσκευές.

- Προβολή σημείων επίσκεψης επόμενων ημερών: Με παρόμοιο τρόπο με αυτόν της προβολής των σημείων επίσκεψης τρέχουσας ημέρας, θα γίνεται και η προβολή των σημείων επίσκεψης των επομένων ημερών.
- Διαβίβαση παραγγελιών και παρατηρήσεων: Μέσω της εφαρμογής για κινητές συσκευές, οι πωλητές θα μπορούν να χρησιμοποιούν τις προγραμματιστικές διεπαφές που θα είναι ανεπτυγμένες στο IaaS προκειμένου να καταχωρούν στην βάση δεδομένων τις παραγγελίες των πελατών που επισκέπτονται.
- Τήρηση ημερολογίου επισκέψεων: Σε κάθε επίσκεψη που κάνουν οι πωλητές, ενημερώνουν την βάση δεδομένων με την κλήση της κατάλληλης προγραμματιστικής διεπαφής που είναι εγκατεστημένη στο IaaS. Η κλήση της γίνεται από την εφαρμογή κινητών συσκευών.
- Λήψη παραγγελιών: Ο αρμόδιος χρήστης ενημερώνεται από την γραφική διεπαφή της διαδικτυακής εφαρμογής που είναι εγκατεστημένη στο IaaS. Η εφαρμογή αυτή ανακτά τα στοιχεία των σχετικών παραγγελιών από την βάση δεδομένων.
- Διαβίβαση παραγγελιών: Η λειτουργία αυτή διεκπεραιώνεται από τον χειριστή της μέσω της διαδικτυακής εφαρμογής που είναι εγκατεστημένη στο IaaS. Η εφαρμογή αυτή από την μία μεριά παρέχει κατάλληλες γραφικές διεπαφές για τον χρήστη και από την άλλη ενημερώνει σχετικά την βάση δεδομένων.
- Έλεγχος παραγγελιών: Η διαδικτυακή εφαρμογή που είναι εγκατεστημένη στο IaaS ανακτά από την βάση δεδομένων τα στοιχεία των παραγγελιών και τα προβάλλει με ευανάγνωστο τρόπο σε γραφική διεπαφή.
- Έλεγχος αποθεμάτων: Η διαδικτυακή εφαρμογή που είναι εγκατεστημένη στο IaaS ανακτά από την βάση δεδομένων τα στοιχεία των προϊόντων που είναι αποθηκευμένα και τα προβάλλει με ευανάγνωστο τρόπο σε γραφική διεπαφή.
- Έλεγχος απαιτήσεων: Η διαδικτυακή εφαρμογή που είναι εγκατεστημένη στο IaaS ανακτά από την βάση δεδομένων τα στοιχεία των προϊόντων που είναι αποθηκευμένα, τις ποσότητες που παραγγέλθηκαν από τα προϊόντα αυτά στο κοντινό παρελθόν και προβάλλει εκτίμηση απαιτήσεων με ευανάγνωστο τρόπο σε γραφική διεπαφή.
- Αλλαγή Καταστάσεων παραγγελιών: Η κατάσταση της παραγγελίας αλλάζει από τον αρμόδιο χειριστή στην βάση δεδομένων μέσω της διαδικτυακής εφαρμογής.
- Προβολή Στατιστικών: Τα στατιστικά ανακτώνται από την βάση δεδομένων μέσω της διαδικτυακής εφαρμογής που είναι εγκατεστημένη στο IaaS και προβάλλονται σε κατάλληλη γραφική διεπαφή.

Παράλληλα με την διαδικτυακή εφαρμογή και τις προγραμματιστικές διεπαφές, μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν εξειδικευμένα APIs για την προβολή γεωαναφορικών δεδομένων ή για την ενσωμάτωση δυνατοτήτων ηλεκτρονικών πληρωμών. Οι χρεώσεις για την χρήση των υπηρεσιών αυτών είναι ανάλογες της χρήσης τους και θεωρούνται χαμηλές. Ενδεικτικά η Google παρέχει ικανοποιητικό αριθμό χρήσεων των γεωαναφορικών υπηρεσιών της, δωρεάν ενώ στην συνέχεια τις χρεώνει με χαμηλό τίμημα ⁵ ενώ η Τράπεζα Πειραιώς χρεώνει με 0.10€ και 1,2% κάθε συναλλαγή (για ειδική κατηγορία επαγγελματιών) μέσω virtual POS ⁶.

Οι λειτουργίες που αφορούν τις προετοιμασίες των παραγγελιών αλλά και αυτές που εκτελούνται στα όρια των υποκαταστημάτων μπορεί να αναπτυχθούν επίσης σαν διαδικτυακές εφαρμογές στα πλαίσια των ιδιωτικών υπολογιστικών νεφών. Τόσο η προσαρμογή της ήδη υπάρχουσας διαδικτυακής εφαρμογής όσο και η ανάπτυξη των τοπικών αλλά και των προγραμματιστικών διεπαφών μπορεί να ανατεθεί σε εταιρεία ανάπτυξης λογισμικού.

Σε κάθε περίπτωση θα πρέπει να υπάρχει τηλεπικοινωνιακή υποστήριξη από αντίστοιχο πάροχο για:

- Συνεχή διαθεσιμότητα σύνδεσης σε δίκτυα σταθερής και κινητής τηλεφωνίας.

⁵ Λεπτομέρειες στο <https://developers.google.com/maps/pricing-and-plans/#details>

⁶ Λεπτομέρειες στο <http://docplayer.gr/1551672-Υpiresies-ilektronikon-eispraxeon-se-synergasia-metin-trapeza-peiraios-gia-toys-odontiatroys-meli-toy-odontiatrikoy-sylogoy-peiraia.html>

- Συνεχή ευρυζωνική σύνδεση στο διαδίκτυο.

Η μετάβαση στο νέο πληροφοριακό σύστημα απαιτεί λεπτομερή προγραμματισμό και συντονισμό. Έτσι θα πρέπει να έχουν ολοκληρωθεί:

- Η δέσμευση των υποδομών του παρόχου υπηρεσιών υπολογιστικού νέφους.
- Η παραμετροποίηση των υπηρεσιών υπολογιστικού νέφους.
- Η ανάπτυξη των ιδιωτικών υπολογιστικών νεφών στα υποκαταστήματα της επιχείρησης.
- Η ανάπτυξη και η εγκατάσταση των διαδικτυακών εφαρμογών στο δημόσιο και τα ιδιωτικά υπολογιστικά νέφη.
- Η δοκιμή της ορθής λειτουργίας του πληροφοριακού συστήματος.
- Η εκπαίδευση του προσωπικού στον χειρισμό των διεπαφών του πληροφοριακού συστήματος.

5.3.4 Επίπεδο Διεπαφών

Οι διεπαφές του πληροφοριακού συστήματος επίσης θα αποτελούν έναν συνδυασμό υπηρεσιών δημοσίου και ιδιωτικού νέφους σε επίπεδο SaaS και IaaS. Θα παρέχονται στον τελικό χρήστη διεπαφές για τον χειρισμό των λειτουργιών που τρέχουν στο δημόσιο υπολογιστικό νέφος, με μέριμνα του παρόχου του. Οι διεπαφές αυτές κυρίως θα αφορούν:

- Τη διαχείριση της βάσης δεδομένων.
- Τη διαχείριση των διαδικτυακών εφαρμογών.
- Τη λήψη στατιστικών στοιχείων σχετικών με τεχνικά στοιχεία της συνολικής λειτουργίας του πληροφοριακού συστήματος.

Οι διεπαφές αυτές σχεδιάζονται και προσαρμόζονται με βάση τις ιδιαίτερες ανάγκες της επιχείρησης. Ο πάροχος είναι επίσης υπεύθυνος για την συντήρηση των διεπαφών αλλά και την αναβάθμισή τους (με διάφανο προς τον οργανισμό τρόπο) ώστε αυτές να εκμεταλλεύονται την εξέλιξη της τεχνολογίας αλλά και να διατηρούν την αποδοτικότητα των επιχειρησιακών διαδικασιών σε υψηλό επίπεδο.

Το προσωπικό της επιχείρησης θα χειρίζεται κυρίως διεπαφές της διαδικτυακής εφαρμογής οι οποίες θα συνδέονται με τις βασικές λειτουργίες του πληροφοριακού συστήματος και θα σχετίζονται με:

- Την ροή εργασιών.
- Την παρακολούθηση της πορείας των παραγγελιών.
- Την παρακολούθηση του προσωπικού.
- Την παρακολούθηση των παραγωγικών πόρων της επιχείρησης.

5.3.5 Επικοινωνία

Η λύση που επιλέχθηκε για την υποστήριξη του πληροφοριακού συστήματος της επιχείρησης παρουσιάζει υψηλές τηλεπικοινωνιακές απαιτήσεις. Ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά άλλωστε της νεφοϋπολογιστικής είναι η απαίτηση για σταθερή και αξιόπιστη σύνδεση στο διαδίκτυο. Κατά συνέπεια είναι ανάγκη να πραγματοποιηθεί μία συμφωνία με πάροχο τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών για την παροχή αξιόπιστης και γρήγορης πρόσβασης στο διαδίκτυο. Σε πολλές περιπτώσεις ο ίδιος ο πάροχος των υπηρεσιών υπολογιστικού νέφους έχει την δυνατότητα να παρέχει ταυτόχρονα και τηλεπικοινωνιακές υπηρεσίες. Αυτή, εφ' όσον οι υπηρεσίες νεφοϋπολογιστικής καλύπτουν τις απαιτήσεις για την αποδοτική λειτουργία του πληροφοριακού συστήματος, είναι μία αρκετά καλή πρακτική δεδομένου ότι εξασφαλίζεται η συνοχή των παρεχόμενων υπηρεσιών. Στις τηλεπικοινωνιακές υπηρεσίες θα πρέπει απαραίτητως να προστεθεί επίσης η δυνατότητα ασύρματης πρόσβασης των υπαλλήλων και των συνεργατών της επιχείρησης στο υπολογιστικό νέφος μέσω του αντίστοιχου ασύρματου δικτύου κινητής τηλεφωνίας του παρόχου.

Σε κάθε υποκατάστημα χρειάζεται να εγκατασταθούν:

- Δύο γραμμές σταθερής τηλεφωνίας.
- Μία γρήγορη σύνδεση με το διαδίκτυο.
- Ένα αυτόματο τηλεφωνικό κέντρο

Κάθε αντιπρόσωπος χρειάζεται να έχει στην κατοχή του ένα έξυπνο κινητό τηλέφωνο (smartphone) ή μια άλλου είδους κινητή συσκευή η οποία να έχει την δυνατότητα σύνδεσης στο διαδίκτυο.

Οι εταιρείες παροχής υπηρεσιών κινητής τηλεφωνίας και διαδικτύου παρέχουν ευέλικτα και σχετικά χαμηλού κόστους πακέτα υπηρεσιών τα οποία είναι ικανά να καλύψουν τις ανάγκες της επιχείρησης. Ενδεικτικά, η εγκατάσταση δύο τηλεφωνικών γραμμών σε κάθε υποκατάστημα μπορεί να κοστίζει στην επιχείρηση περίπου 25€ μηνιαίως (πηγή: Vodafone.gr⁷). Οι προσφορές των εταιρειών κινητής τηλεφωνίας συνοδεύονται από διάθεση γρήγορης σύνδεσης στο διαδίκτυο, δωρεάν παροχή χρόνου ομιλίας σε ενδοεταιρικά κινητά τηλέφωνα ή άλλα τηλέφωνα. Επίσης, παρέχουν ελκυστικά πακέτα κινητής τηλεφωνίας για εταιρικά τηλέφωνα. Έτσι, το μηνιαίο κόστος για την χρήση εταιρικού κινητού τηλεφώνου από έναν αντιπρόσωπο εκτιμάται ότι δεν θα ξεπερνάει τα 60€ (πηγή: Vodafone.gr⁸).

Τα ιδιωτικά υπολογιστικά νέφη που πρόκειται να αναπτυχθούν σε κάθε ένα από τα υποκαταστήματα της επιχείρησης απαιτούν την ανάπτυξη δομημένης καλωδίωσης σε αυτά για την εγκατάσταση ενσύρματων τοπικών δικτύων στα υποκαταστήματα Αθηνών και Ιωαννίνων αλλά και την επέκταση του ήδη υπάρχοντος στην Θεσσαλονίκη. Σε όποιες περιπτώσεις αυτό δεν είναι εφικτό τότε χρειάζεται να αναπτυχθούν κατάλληλα αντίστοιχα ασύρματα τοπικά δίκτυα. Εκτός της δομημένης καλωδίωσης ή την προμήθεια συσκευών διανομής ασυρμάτου σήματος (hotspot) χρειάζεται η αγορά και η εγκατάσταση δικτυακών συσκευών (δρομολογητές, διακλαδωτές, ενισχυτές σήματος). Τα δίκτυα αυτά χρειάζεται να έχουν ασφαλείς απολήξεις προς το διαδίκτυο. Τέλος, είναι απαραίτητη και η απασχόληση σε κάθε υποκατάστημα ενός τουλάχιστον υπαλλήλου με στοιχειώδεις (τουλάχιστον) γνώσεις διαχείρισης τοπικών δικτύων.

Η λύση της δομημένης καλωδίωσης απαιτεί την διάθεση περισσότερων οικονομικών πόρων (άπαξ) αλλά είναι περισσότερο αξιόπιστη σε σχέση με την ασύρματη δικτύωση. Σε κάθε υποκατάστημα χρειάζεται να αναπτυχθεί από ένα μικρό τοπικό δίκτυο τουλάχιστον 6 τερματικών και λοιπών συσκευών (ικανού να ικανοποιήσει τις τρέχουσες αλλά και ενδεχόμενες μελλοντικές ανάγκες της επιχείρησης). Η ανάπτυξη κάθε τέτοιου δικτύου εκτιμάται ότι απαιτεί την προμήθεια:

- Ενός πλήρως εξοπλισμένου κεντρικού καταμεμητή με εκτιμώμενο κόστος 300€ (πηγή Skrutz.gr). Στο κόστος περιλαμβάνονται οι απαιτούμενες δικτυακές συσκευές (διακλαδωτές, δρομολογητές).
- Δέκα απολήξεις καλωδίων (πριζάκια) με εκτιμώμενο κόστος 20€ (πηγή Skrutz.gr)
- 250 μέτρα καλώδιο UTP με εκτιμώμενο κόστος 80€ (πηγή Skrutz.gr)

Το συνολικό κόστος για την ανάπτυξη δομημένης καλωδίωσης υπολογίζεται περίπου στα 500€, συνυπολογίζοντας και το κόστος απασχόλησης των εξειδικευμένων συνεργείων. Περίπου το ίδιο κόστος εκτιμάται ότι απαιτείται για την επέκταση – αναβάθμιση του δικτύου της Θεσσαλονίκης.

Εκτιμάται επίσης ότι δεν θα είναι απαραίτητη η πρόσληψη υπαλλήλου για την διαχείριση του δικτύου αλλά αρκεί η εκπαίδευση δύο υπαλλήλων για αυτό. Το κόστος τέτοιου είδους εκπαίδευσης εκτιμάται ότι είναι γύρω στα 500€ (πηγή: masterkek.gr⁹).

⁷<http://www.vodafone.gr/portal/vbc?menuId=10504>

⁸<http://www.vodafone.gr/portal/mybusiness>

⁹<http://www.masterkek.gr/masterkek/diaxeirish-diktywn-cisco.html>

5.3.6 Ασφάλεια

Η ασφάλεια των λειτουργιών που υποστηρίζονται από τις υπηρεσίες του παρόχου υπολογιστικού νέφους αποτελεί ευθύνη αυτού. Η επιχείρηση ωστόσο θα πρέπει να συμβουλευτεί κατάλληλα καταρτισμένο επί της σχετικής νομοθεσίας ειδικό, προκειμένου να φέρει εις γνώση της το ισχύον (ελλιπές) νομικό πλαίσιο που καθορίζει την λειτουργία του υπολογιστικού νέφους. Η γνώση της σχετικής νομοθεσίας θα αποτελέσει τον οδηγό για την εκπόνηση μίας δεσμευτικής συμφωνίας για τον πάροχο η οποία θα τον υποχρεώνει να ικανοποιεί τις απαιτήσεις της επιχείρησης και θα προβλέπει ρήτρες κατάλληλες να αντισταθμίζουν την οποιαδήποτε ζημία μπορεί να υποστεί από την (για οποιοδήποτε λόγο) μη συμμόρφωση του πάροχο με τα συμφωνηθέντα.

Στο λογισμικό που θα τρέχει στην μεριά της επιχείρησης χρειάζεται να εγκατασταθούν λογισμικό ανίχνευσης και αντιμετώπισης ιών, όπως και λογισμικό προστασίας από τους κινδύνους που προέρχονται από την παρατεταμένη διασύνδεση με το διαδίκτυο. Το ετήσιο κόστος για τέτοιου είδους λογισμικό το οποίο να δύναται να υποστηρίξει την προστασία 30 σταθμών εργασίας ανέρχεται περίπου στα 600€ ετησίως (πηγή: bitdefender.com¹⁰). Στην αντιμετώπιση των κινδύνων αυτών πρέπει να εκπαιδευτεί και το προσωπικό που θα χειρίζεται τις διεπαφές του πληροφοριακού συστήματος. Επίσης σε όλες τις διατάξεις των ιδιωτικών υπολογιστικών νεφών που πρόκειται να αναπτυχθούν χρειάζεται να εφαρμοστούν όλα τα απαραίτητα μέτρα φυσικής και λογικής ασφάλειας. Η ύπαρξη κτιριακών εγκαταστάσεων σε διαφορετικά γεωγραφικά σημεία, προσφέρει την δυνατότητα διατήρησης αντιγράφων ασφαλείας σε κάθε ένα από αυτά προκειμένου να αντιμετωπίζεται αποτελεσματικά το ενδεχόμενο καταστροφής μέρους ή του συνόλου του υλικού, του λογισμικού ή των δεδομένων. Για την ασφαλή λειτουργία των ιδιωτικών νεφών κρίνεται αναγκαία η διατήρηση ενός τουλάχιστον υπαλλήλου ικανού να αναλάβει την διαχείριση του με έμφαση στην ασφάλεια του.

Επιπλέον των παραπάνω, χρειάζεται να ενταχθούν στους μηχανισμούς ασφαλείας η λήψη αντιγράφων ασφαλείας των ιδιωτικών νεφών των υποκαταστημάτων της επιχείρησης και η αποθήκευση τους κάθε ενός στο υπολογιστικό νέφος άλλου υποκαταστήματος. Αυτό θα γίνει με μηχανισμούς cloud back up οι οποίοι όμως θα εκτελούνται στα ιδιωτικά νέφη καθιστώντας τα ταυτόχρονα και παρόχους και πελάτες. Σε κάθε υποκατάστημα θα λαμβάνεται το αντίγραφο ασφαλείας, θα συμπιέζεται, θα κρυπτογραφείται και θα μεταφέρεται σε ένα ή περισσότερα διαφορετικά ιδιωτικά νέφη υποκαταστημάτων (Stroud 2016) (Rouse 2016).

5.3.7 Ανάλυση Κόστους

Συνοπτικά, από τα παραπάνω συνάγεται ότι η προσφορότερη λύση είναι η προμήθεια υπηρεσιών νεφού υπολογιστικής για την επιχείρηση. Πιο συγκεκριμένα οι ανάγκες της επιχείρησης είναι:

- Η προμήθεια υπηρεσιών νεφού υπολογιστικής για αποθηκευτικό χώρο, ανάπτυξη βάσης δεδομένων και διαδικτυακής εφαρμογής.
- Προσαρμογή της διαδικτυακής εφαρμογής στις νέες υποδομές.
- Ανάπτυξη εφαρμογής για κινητές συσκευές και προγραμματιστικών διεπαφών.
- Ανάπτυξη διαδικτυακών εφαρμογών για τις λειτουργίες που εκτελούνται στα υποκαταστήματα.
- Η αναβάθμιση και η επέκταση του τοπικού δικτύου του κεντρικού κτιρίου της Θεσσαλονίκης (επέκταση της ήδη υπάρχουσας δομημένης καλωδίωσης, προμήθεια αναγκαίου επιπλέον εξοπλισμού).
- Η ανάπτυξη τοπικού δικτύου στα δύο υποκαταστήματα της Αθήνας και των Ιωαννίνων (εγκατάσταση δομημένης καλωδίωσης, προμήθεια αναγκαίου εξοπλισμού).
- Προμήθεια λογισμικού ανοικτού κώδικα για χρήση στα τοπικά δίκτυα Θεσσαλονίκης, Αθηνών και Ιωαννίνων.

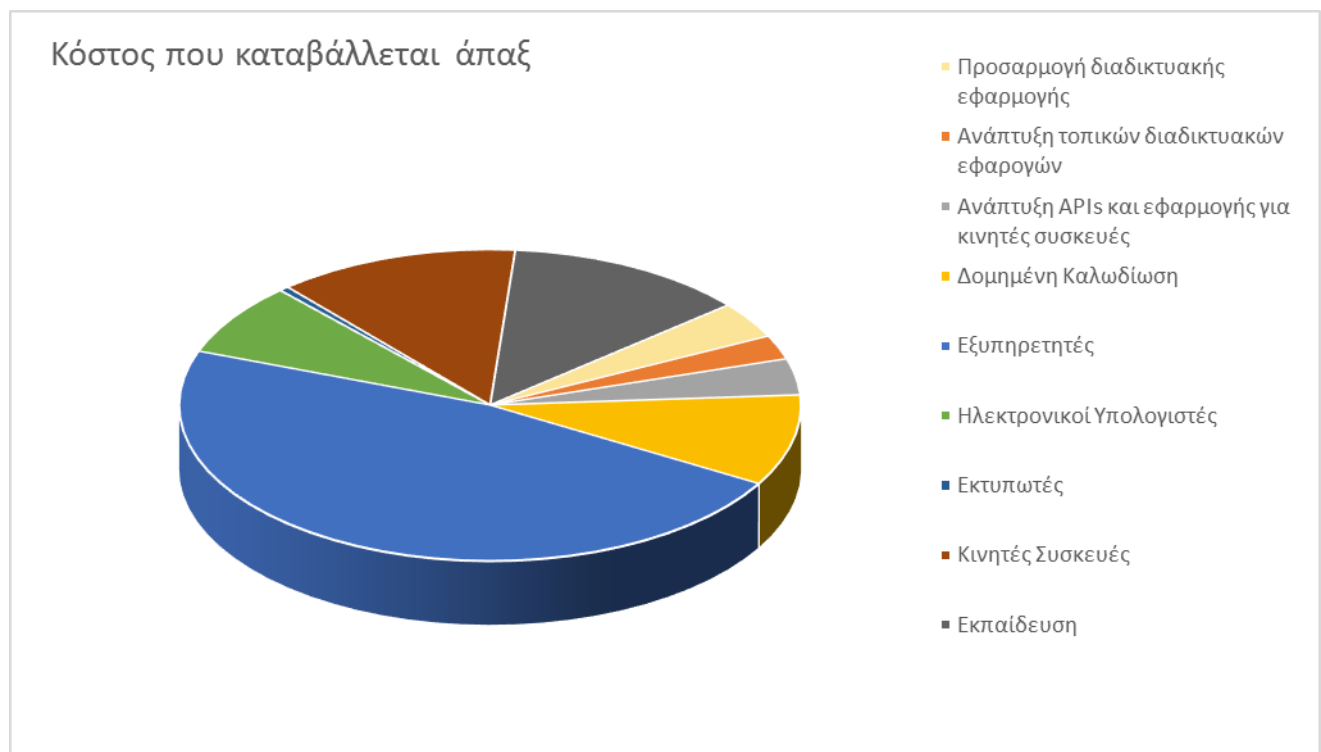
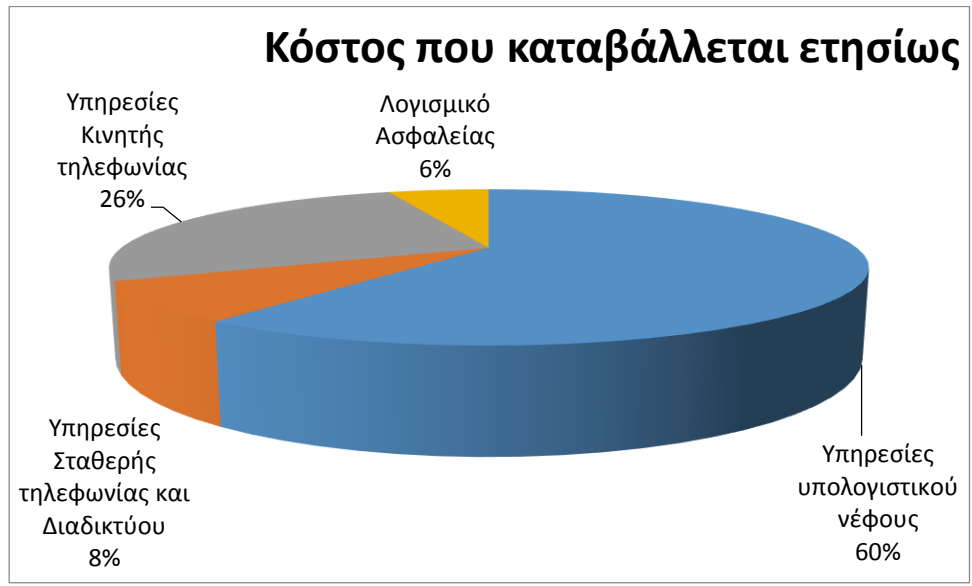
¹⁰<http://internet-security-suite-review.toptenreviews.com/small-business-internet-security/>, http://www.bitdefender.com/media/html/businesssecurity-ip/?icid=NA_smb_hp_homepage_banner&pid=25offall&_c=1

- Προμήθεια λογισμικού ασφαλείας για τον εξοπλισμό στα τοπικά δίκτυα Θεσσαλονίκης, Αθηνών και Ιωαννίνων.
- Προμήθεια υπηρεσιών κινητής, σταθερής τηλεφωνίας και σύνδεσης στο διαδίκτυο.
- Εκπαίδευση προσωπικού στην διαχείριση τοπικών δικτύων.

Στο παρακάτω πίνακα φαίνεται η ανάλυση του κόστους της ανάπτυξης και συντήρησης του πληροφοριακού συστήματος που πρόκειται να αναπτυχθεί.

| ΑΑ | ΥΛΙΚΟ ΕΡΓΑΣΙΑ ΥΠΗΡΕΣΙΑ | ΠΟΣΟΤΗΤΑ | ΚΟΣΤΟΣ ΜΟΝΑΔΑΣ | ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ | ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ |
|--------|--|----------|----------------|-----------------|--------------|
| 1 | Υπηρεσίες υπολογιστικού νέφους | 1 | 6.800 € | 6.800 € | Ετησίως |
| 2 | Προσαρμογή διαδικτυακής εφαρμογής | 1 | 600 € | 600 € | Άπαξ |
| 3 | Ανάπτυξη τοπικών διαδικτυακών εφαρμογών | 1 | 400 € | 400 € | Άπαξ |
| 4 | Ανάπτυξη APIs και εφαρμογής για κινητές συσκευές | 1 | 600 € | 600 € | Άπαξ |
| 5 | Δομημένη Καλωδίωση | 3 | 500 € | 1.500 € | Άπαξ |
| 6 | Εξυπηρετητές | 3 | 2.500 € | 7.500 € | Άπαξ |
| 7 | Ηλεκτρονικοί Υπολογιστές | 4 | 300 | 1.200 € | Άπαξ |
| 8 | Εκτυπωτές | 2 | 40 | 80 € | Άπαξ |
| 9 | Κινητές Συσκευές | 4 | 500 | 2.000 € | Άπαξ |
| 10 | Υπηρεσίες Σταθερής τηλεφωνίας και Διαδικτύου | 3 | 300 | 900 € | Ετησίως |
| 11 | Υπηρεσίες Κινητής τηλεφωνίας | 4 | 720 | 2.880 € | Ετησίως |
| 12 | Λογισμικό Ασφαλείας | 1 | 600 | 600 € | Ετησίως |
| 13 | Εκπαίδευση | 4 | 500 | 2.000 € | Άπαξ |
| Σύνολα | Άπαξ | | | 15780 | |
| | Ετησίως | | | 11180 | |

Στα παρακάτω γραφήματα αποτυπώνεται η βαρύτητα κάθε συστατικού του πληροφοριακού συστήματος στο κόστος που απαιτείται για την ανάπτυξη και την συντήρηση του.



5.3.8 Επανασχεδιασμός

Από την παραπάνω περιγραφή προκύπτει η ανάγκη για επανασχεδιασμό των λειτουργιών του υφισταμένου πληροφοριακού συστήματος προκειμένου να προσαρμοστεί στις προδιαγραφές της νεφουπολογιστικής.

Το πληροφοριακό σύστημα θα παρέχει επιπλέον διεπαφές σε περισσότερους άμεσους δρώντες. Κάποιες λειτουργίες του θα είναι προσπελάσιμες από χώρους εκτός των κεντρικών υποδομών και των υποκαταστημάτων της επιχείρησης κι έτσι θα μπορούν να χειρίζονται τις διεπαφές τους υπάλληλοι που μέχρι σήμερα δεν το έκαναν. Η εκτέλεση των λειτουργιών αυτών γίνεται πλέον ταχύτερη και πιο ευέλικτη.

Η εξωστρέφεια του νέου πληροφοριακού συστήματος, που προέκυψε ως αποτέλεσμα της χρήσης στοιχείων νεφουπολογιστικής, επέφερε την ανάγκη για σχεδιασμό νέων λειτουργιών που θα εκτελούνται είτε με την υλοποίηση νέας εφαρμογής για κινητά τηλέφωνα, ή με την ανάπτυξη προγραμματιστικών διεπαφών είτε με την επέκταση της ήδη υπάρχουσας διαδικτυακής εφαρμογής.

Η δομή της βάσης δεδομένων δεν θα αλλάξει. Θα αλλάξει μόνο το Σύστημα Διαχείρισης που θα χρησιμοποιείται στο εξής. Έτσι δεν θα υπάρξει ανάγκη για επανασχεδιασμό των υφισταμένων λειτουργιών που επικοινωνούν με την βάση δεδομένων.

5.3.9 Ρυθμίσεις και Προσαρμογές

Οι έλεγχοι που θα πρέπει να γίνουν πριν την πλήρη λειτουργία του πληροφοριακού συστήματος είναι:

- Η ορθή μεταφορά της βάσης δεδομένων στο υπολογιστικό νέφος.
- Η ορθή επικοινωνία των υφισταμένων και των νέων λειτουργιών της διαδικτυακής εφαρμογής, των προγραμματιστικών διεπαφών και της εφαρμογής για κινητές συσκευές με την βάση δεδομένων.
- Εξασφάλιση ομαλής λειτουργίας των μηχανισμών λογικής και φυσικής ασφάλειας είτε αυτοί είναι υπό την εποπτεία του παρόχου λύσεων νεφουπολογιστικής είτε της επιχείρησης.
- Εξασφάλιση ότι οι δρώντες του συστήματος έχουν κατανοήσει πλήρως τον ρόλο τους στο νέο πληροφοριακό σύστημα και είναι εξοικειωμένοι με τις διεπαφές του.
- Η πληρότητα στην κάλυψη από το συμβόλαιο που συνάπτεται με τον πάροχο νεφουπολογιστικής σε συνεργασία με το νομικό κλιμάκιο της επιχείρησης.

Αν όλα τα παραπάνω εξασφαλίζονται τότε το συνολικό πληροφοριακό σύστημα μπορεί να περιέλθει σε μία κατάσταση πιλοτικής λειτουργίας διάρκειας 2 μηνών. Στο διάστημα αυτό οι συμμετέχοντες στην αναπροσαρμογή του πληροφοριακού συστήματος καταγράφουν τυχούσες δυσλειτουργίες αλλά και στοιχεία τα οποία μπορεί να αλλάξουν για να επιτευχθεί η αποδοτικότερη λειτουργία του. Όπου είναι απαραίτητο επεμβαίνουν με ρυθμίσεις και προσαρμογές ώστε μετά την πάροδο της περιόδου πιλοτικής λειτουργίας να προκύψει ένα πληροφοριακό σύστημα που να λειτουργεί σε υψηλά επίπεδα απόδοσης. Οι επεμβάσεις δεν είναι απαραίτητο να περιορίζονται στις λειτουργίες αυτές που εξαρτώνται από στοιχεία νεφουπολογιστικής αλλά στο σύνολο του πληροφοριακού συστήματος.

6. Συμπεράσματα – Προοπτικές

Από τα πρώτα στάδια της εμφάνισής του, η προσέγγιση του υπολογιστικού νέφους γνώρισε υψηλό βαθμό υιοθέτησης από οργανισμούς όλων των βαθμίδων. Ο συνδυασμός των πλεονεκτημάτων που προσφέρει η προσαρμογή των λύσεων στα πληροφοριακά συστήματα αποτελεί ελκυστικό παράγοντα για την λήψη των σχετικών αποφάσεων. Το κυριότερο από τα πλεονεκτήματα αυτά αποτελεί η μείωση του λειτουργικού τους κόστους που επιτυγχάνεται με την εφαρμογή τους. Το πλεονέκτημα αυτό αποκτά μεγαλύτερη σημασία την τρέχουσα περίοδο η οποία χαρακτηρίζεται παγκοσμίως από παρατεταμένη βαθιά οικονομική κρίση. Ένα άλλο στοιχείο το οποίο εξυπηρέτησε την επιτυχία του υπολογιστικού νέφους ήταν η εφαρμογή της ευρυζωνικότητας στις περισσότερες περιοχές του πλανήτη. Η εξέλιξη αυτή εξασφαλίζει την βασικότερη προϋπόθεση για την υλοποίηση του υπολογιστικού νέφους που είναι η ύπαρξη ποιοτικής σύνδεσης στο διαδίκτυο.

Τα πλεονεκτήματα αυτά είναι τόσο ισχυρά που από μόνα τους, σε πολλές περιπτώσεις, είναι ικανά να άρουν τις επιφυλάξεις των οργανισμών σχετικά με την ασφάλεια δεδομένων και εφαρμογών. Οι επιφυλάξεις αυτές πηγάζουν από τον βαθμό απώλειας ελέγχου τους από τους ιδιοκτήτες τους ο οποίος αναπόφευκτα (λόγω της φύσης της προσέγγισης του υπολογιστικού νέφους) είναι πολύ υψηλός. Οι επιφυλάξεις τους είναι ασθενέστερες όσο μικρότερες είναι οι απαιτήσεις για φυσική και λογική ασφάλεια. Ωστόσο οι μεθοδολογίες και οι τεχνολογίες της νεφοϋπολογιστικής έχουν ωριμάσει αρκετά με αποτέλεσμα πλέον να αντιμετωπίζονται αποδοτικά τα ζητήματα ασφαλείας που εγείρονται ακόμα και όταν οι απαιτήσεις είναι υψηλές. Έτσι φαίνεται πως το βασικότερο εμπόδιο για την καθολική αποδοχή της νεφοϋπολογιστικής ως λύση για την λειτουργία των πληροφοριακών συστημάτων τείνει να εκλείψει.

Το υπολογιστικό νέφος, παράλληλα, αποτελεί πλέον ελκυστική λύση και για μεμονωμένους χρήστες. Σήμερα, οι χρήστες του διαδικτύου έχουν εξοικειωθεί με την ιδέα χειρισμού εφαρμογών οι οποίες δεν είναι εγκατεστημένες στην συσκευή τους αλλά στο υπολογιστικό νέφος. Σε αυτό συνέβαλε και η γενικότερη εξοικείωσή τους με την χρήση διαδικτυακών εφαρμογών από διαφορετικού τύπου συσκευές που ήταν συνεπακόλουθο της μεγάλης αύξησης των χρηστών του διαδικτύου. Τα τελευταία χρόνια οι διαδικτυακές συνδέσεις ενσύρματες και ασύρματες έχουν γίνει αρκετά προσιτές για τον μέσο πολίτη σε παγκόσμιο επίπεδο. Μπορεί δηλαδή ο χρήστης να έχει πρόσβαση στο διαδίκτυο τις περισσότερες ώρες της ημέρας καθημερινά και να διεκπεραιώνει εργασίες που μπορεί να σχετίζονται με κάθε πτυχή των καθημερινών του δραστηριοτήτων. Τις περισσότερες φορές καλείται να χρησιμοποιεί συσκευές με περιορισμένους διαθέσιμους πόρους που δεν έχουν τη δυνατότητα εκτέλεσης απαιτητικών εφαρμογών (πχ έξυπνα κινητά τηλέφωνα, ταμπλέτες). Έτσι, η χρήση του υπολογιστικού νέφους αποτελεί μονόδρομο.

Η μείωση του λειτουργικού κόστους που επιτυγχάνεται μέσω της χρήσης του υπολογιστικού νέφους οφείλεται κυρίως:

- Στους αποδοτικούς και ευέλικτους μηχανισμούς χρέωσης – τιμολόγησης των διαθέσιμων υπηρεσιών. Οι μηχανισμοί αυτοί εξυπηρετούν τους πελάτες αφού χρεώνονται ακριβώς για τις υπηρεσίες που χρειάζονται και όχι για επιπλέον περιττές που ενδεχομένως θα τους προσφέρονταν ενώ και οι πάροχοι έχουν την δυνατότητα να παρέχουν ακριβώς τους πόρους κάθε φορά που αντιστοιχούν στις πραγματικές ανάγκες του πελάτη.
- Στην ευελιξία με την οποία μπορεί να αντιδράει ο πάροχος των υπηρεσιών υπολογιστικού νέφους στις διαφοροποιήσεις των απαιτήσεων του πελάτη. Σε ένα ευμετάβλητο οικονομικό και κοινωνικό περιβάλλον σαν της τρέχουσας συγκυρίας, οι οργανισμοί συχνά αναγκάζονται να τροποποιούν τις απαιτήσεις τους από τα πληροφοριακά τους συστήματα. Στο παρελθόν οι τροποποιήσεις αυτές ήταν δύσκολο να πραγματοποιηθούν αφού προϋπόθεταν αλλαγές σε υποδομές, υλικό, λογισμικό. Συχνά οι επιχειρήσεις ανέπτυσαν πληροφοριακά συστήματα προσπαθώντας παράλληλα να προβλέψουν και να ικανοποιήσουν και ενδεχόμενες μελλοντικές απαιτήσεις. Η πρακτική αυτή προφανώς οδηγούσε σε ακριβότερα πληροφοριακά συστήματα. Οι τεχνολογίες του υπολογιστικού νέφους υποστηρίζουν την ανάγκη για μεταβολή των απαιτήσεων με μηχανισμούς προσαρμογής των διατιθεμένων πόρων προς τον πελάτη.

- Στην εξάλειψη της ανάγκης απασχόλησης προσωπικού εξοικειωμένου με την τεχνική διαχείριση πληροφοριακών συστημάτων. Το αντίστοιχο προσωπικό απασχολείται από τον πάροχο του υπολογιστικού νέφους αφού οι υπηρεσίες που απολαμβάνει ο πελάτης παρέχονται με απολύτως διάφανο τρόπο. Γενικότερα η ανάγκη τεχνογνωσίας υποστήριξης λειτουργίας του πληροφοριακού νέφους αποσύρεται από την μεριά του πελάτη σε βαθμό αντιστρόφως ανάλογου των απαιτήσεων για ασφάλεια λογισμικού και δεδομένων.
- Στην εξάλειψη της ανάγκης για λήψη μέτρων λογικής και φυσικής ασφάλειας αφού αυτό είναι ευθύνη του παρόχου. Με τον τρόπο αυτό οι οργανισμοί απαλλάσσονται από σημαντικές επιβαρύνσεις.

Εκτός από το σημαντικό οικονομικό όφελος που προκύπτει για τους κάθε λογής οργανισμούς, αυτοί απαλλάσσονται από την ανάγκη να μεριμνά για τεχνικά ζητήματα τα οποία είναι έξω από την σφαίρα της στοχοθεσίας τους και της δραστηριότητας τους. Έτσι δεν αναγκάζονται να σπαταλούν χρόνο και πόρους σε αυτά με αποτέλεσμα να εξασφαλίζουν την διάθεση της μέγιστης δυνατής αποδοτικότητας σε δράσεις που σχετίζονται άμεσα με το πεδίο εφαρμογής τους, κάτι που συμβάλει στην αύξηση της αποδοτικότητας τους. Το υπολογιστικό νέφος εξυπηρετεί έναν από τους βασικότερους σκοπούς των οργανισμών για απλοποίηση της λειτουργίας τους και της εργασίας του προσωπικού τους. Η έλλειψη της ανάγκης μέριμνας για τη διατήρηση και τη συντήρηση πληροφοριακών υποδομών αλλά και των προϋποθέσεων λειτουργίας τους είναι παράγοντας για την εξυπηρέτηση της διεισδυτικότητάς του. Η συνένωση των πληροφοριακών τους υποδομών σε υπολογιστικό νέφος ελαττώνει την έκταση των αποθηκών δεδομένων και διευκολύνει την διαχείριση τους.

Οι ανησυχίες των οργανισμών για το βαθμό που οι τεχνολογίες της νεφούπολογιστικής είναι ασφαλείς για τα δεδομένα και το λογισμικό τους παραμένουν σε υψηλό επίπεδο, παρά το γεγονός ότι έχει επιτευχθεί (όπως προαναφέρθηκε) σημαντική πρόοδος στον τομέα αυτό. Αποτελεί η πραγματικότητα αυτή σημαντικό ανάχωμα στην καθολική υιοθέτηση του υπολογιστικού νέφους από μεγάλους οργανισμούς ως λύση για την λειτουργία των πληροφοριακών τους συστημάτων. Εκτιμάται ότι όσο και να αναπτυχθούν οι μηχανισμοί ασφαλείας σε επίπεδο νέφους, πάντα η απόφαση για την προσαρμογή των λειτουργιών των πληροφοριακών συστημάτων θα βασίζεται σε συντριπτικά μεγαλύτερο βαθμό στο αίσθημα ευθύνης και αξιοπιστίας που αποπνέει ο πάροχος. Η διαφάνεια στην διαχείριση των δεδομένων πάντα θα κρατάει κάποιες λεπτομέρειες κρυφές από τον ιδιοκτήτη τους. Επίσης πάντα ο πάροχος των υπηρεσιών θα μπορεί – εφ’ όσον το επιθυμεί – να έχει πρόσβαση στα δεδομένα του πελάτη. Έτσι όταν η ασφάλεια θα είναι βασικό ζητούμενο για την λήψη υπηρεσιών νεφούπολογιστικής δεν θα εξετάζεται μόνο η ικανότητα του παρόχου να ανταποκριθεί αλλά επίσης η εχεμύθεια του και η αξιοπιστία του.

Η υιοθέτηση των τεχνολογιών της νεφούπολογιστικής ικανοποιεί τις ανάγκες των οργανισμών των οποίων τα πληροφοριακά συστήματα βασίζονται στις νέες τεχνολογίες πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών για προσαρμογή τους στην συνεχή εξέλιξη των νέων τεχνολογιών. Την προσαρμογή αυτή την αναλαμβάνει ο πάροχος για λογαριασμό του κάθε οργανισμού που τον εμπιστεύεται. Εκείνος είναι που θα μεριμνήσει για την αναδιάταξη του υλικού, την αναβάθμιση ή την αντικατάσταση του λογισμικού, την υιοθέτηση νέων μεθοδολογιών και πρωτοκόλλων σε ζητήματα που αφορούν τις τηλεπικοινωνίες και την αποδοτική διαχείριση πόρων. Έτσι το υπολογιστικό νέφος είναι ένας τρόπος να καθίστανται τα πληροφοριακά συστήματα συγχρονισμένα με τις εξελίξεις που τα αφορούν με αποτέλεσμα οι οργανισμοί να επωφελοούνται από αυτές. Η ανάγκη αυτή εκτιμάται πως θα υφίσταται και στο μέλλον. Η τεχνολογική ανάπτυξη είναι βέβαιο ότι θα φτάσει σε αρκετά υψηλά επίπεδα ενώ κυριαρχούν τάσεις αποτελεσματικής αντιμετώπισης ζητημάτων ασφαλείας με την εγκατάσταση μηχανισμών για υπολογιστικά νέφη υψηλών προδιαγραφών λογικής και φυσικής ασφαλείας.

Ένας σημαντικός ανασταλτικός παράγοντας για την εξάπλωση του υπολογιστικού νέφους είναι η έλλειψη θεσμικού και νομικού πλαισίου που να διέπει τις σχέσεις των συμβαλλομένων αλλά και τις υποχρεώσεις τους. Αποτελεί μία νέα τεχνολογία και για ακριβώς αυτόν τον λόγο δεν υπήρξε επαρκής χρόνος να αξιολογηθούν όλοι οι παράμετροι λειτουργίας της ώστε να διαμορφωθούν σαφείς κανόνες για τον ρόλο του κάθε συμβαλλομένου. Έτσι παραμένουν ακόμα ασάφειες σε ζητήματα που έχουν να κάνουν με την ασφάλεια των δεδομένων και του λογισμικού. Τα κενά αυτά καλούνται τα συμβαλλόμενα μέρη να καλύψουν με το συμβόλαιο το οποίο συνυπογράφουν. Εκτιμάται ότι η υψηλή δυναμική της νεφούπολογιστικής καθώς και η ωρίμανσή της στο άμεσο μέλλον θα οδηγήσει στην διαμόρφωση ισχυρού νομικού πλαισίου το οποίο διεθνώς θα καθορίζει τις υποχρεώσεις και τα δικαιώματα των συμβαλλομένων μερών. Αυτό θα συμβεί όταν θα μπορέσουν τα τεχνικά

χαρακτηριστικά της νεφοϋπολογιστικής να αποδοθούν με σαφήνεια και ακρίβεια σε νομικά κείμενα και με αντίστοιχους όρους.

Η άμβλυνση των μειονεκτημάτων του υπολογιστικού νέφους εκτιμάται ότι θα ενισχύσει την ήδη υψηλή δυναμική του. Ένα ακόμα στοιχείο που ενισχύει την εκτίμηση αυτή είναι το ενδιαφέρον μεγάλων εταιρειών πληροφορικής για την εξέλιξη των τεχνολογιών που σχετίζονται με την νεφοϋπολογιστική. Οι εταιρείες αυτές όχι μόνο είναι ικανές να υποστηρίξουν την δυναμική αυτή αλλά να καθορίσουν τις ίδιες τις εξελίξεις που θα οδηγήσουν την νεφοϋπολογιστική στην καθολική αποδοχή από τους οργανισμούς για την υποστήριξη των πληροφοριακών συστημάτων. Όσο περισσότερο υιοθετείται από τους οργανισμούς το υπολογιστικό νέφος τόσο περισσότερο θα διαμορφώνονται και οι τάσεις της αγοράς της πληροφορικής (υλικό, λογισμικό) προσαρμοζόμενες στις ανάγκες της νεφοϋπολογιστικής. Έτσι αναμένεται ότι στο μέλλον οι κατασκευαστές θα προχωρήσουν στην μαζική παραγωγή συσκευών και συστημάτων περιορισμένων πόρων αλλά και υπολογιστικών συστημάτων μεγάλων δυνατοτήτων (σαφώς και μικρότερου πλήθους). Παράλληλα οι έρευνες θα προσανατολιστούν στην ανάπτυξη μεθοδολογιών και πρωτοκόλλων που θα μπορέσουν να κάνουν το υπολογιστικό νέφος πιο αξιόπιστο, αποδοτικό και ασφαλές.

Αναφορές

- 007fff Azure. «Cloud Server Cost-Performance Analysis.» *007fff Azure*. 1 11 2013. <https://007fff.wordpress.com/2013/08/27/cloud-server-cost-performance-analysis/> (πρόσβαση 7 18, 2016).
- Adobe Systems Incorporated. «Selecting a Cloud Provider.» *Adobe Slate*. 1 7 2014. <https://slate.adobe.com/a/PN39b/> (πρόσβαση 3 20, 2016).
- Bertolucci, Jeff. «10 Cloud Migration Mistakes To Avoid.» *Information Week*. 2 2 2015. <http://www.informationweek.com/cloud/10-cloud-migration-mistakes-to-avoid/d/d-id/1318829> (πρόσβαση 4 11, 2016).
- Catteddu, Daniele, και Giles Hogben. «Benefits, risks and recommendations for Information Security.» *enisa*. 1 11 2009. <https://www.enisa.europa.eu/activities/risk-management/files/deliverables/cloud-computing-risk-assessment/fullReport> (πρόσβαση 3 20, 2016).
- Chunye Gong, Jie Liu, Qiang Zhang, Haitao Chen, Zhenghu Gong. «The Characteristics of Cloud Computing.» *Department of Computer Sciences*. 1 1 2010. http://www.mashad.post.ir/_ITCenter/Documents/TheCharacteristics of Cloud Computing_20140722_154207.pdf (πρόσβαση 2 1, 2016).
- Cloud Council. «Practical Guide to Cloud Service Agreements.» *Cloud Council*. 1 4 2015. <http://www.cloud-council.org/deliverables/CSCC-Practical-Guide-to-Cloud-Service-Agreements.pdf> (πρόσβαση 3 24, 2016).
- Cloud Spectator. «2016 Top 10 Cloud Vendors Report.» *Cloud Spectator*. 1 1 2016. <http://cloudspectator.com/cloud-performance-reports/#sthash.PaBXyuj8.dpuf> (πρόσβαση 7 18, 2016).
- Cloud Tweaks. «Cloud Migration – 10 ‘Do it Right’ Tips.» *Cloud Tweaks*. 29 1 2015. <http://cloudtweaks.com/2015/01/cloud-migration-10-right-tips/> (πρόσβαση 4 11, 2016).
- enisa. «Benefits, risks and recommendations for information security.» *enisa*. 2016. <http://www.enisa.europa.eu/activities/risk-management/files/deliverables/cloud-computing-risk-assessme> (πρόσβαση 2 10, 2016).
- European Parliament. *The Directive on security of network and information systems (NIS Directive)*. 28 7 2016. <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/network-and-information-security-nis-directive> (πρόσβαση 1 15, 2017).
- Ezle Castling. «The History of Cloud Computing.» *Ezle Castling*. 1 1 2013. <http://www.eci.com/cloudforum/cloud-computing-history.html> (πρόσβαση 3 20, 2016).
- Hashizume, Keiko, David Rosado, Eduardo Fernández-Medina, και Eduardo Fernandez. «An analysis of security issues for cloud computing.» *Jisa Journal*. 2013. <http://www.jisajournal.com/content/pdf/1869-0238-4-5.pdf> (πρόσβαση 2 10, 2016).
- Intel IT. «Virtualization and Cloud Computing.» *Intel IT*. 1 8 2013. <http://www.intel.com/content/dam/www/public/us/en/documents/guides/cloud-computing-virtualization-building-private-iaas-guide.pdf> (πρόσβαση 1 30, 2016).
- Internet Traffic Report. *Internet Traffic Report*. 20 3 2016. <http://www.internettrafficreport.com/> (πρόσβαση 3 20, 2016).
- Kamara S., Lauter K. «Cryptographic Cloud Storage.» *Microsoft*. 2011. (πρόσβαση 2 11, 2016).
- Khajeh-Hosseini, Ali, David Greenwood, και Ian Sommerville. «Cloud Migration: A Case Study of Migrating an Enterprise IT System to IaaS.» 2009.

- May, Willie. «Cloud Computing Service Metrics Description.» *National Institute of Standards and Technology*. 1 1 2015. <http://www.nist.gov/itl/cloud/upload/RATAX-CloudServiceMetricsDescription-DRAFT-20141111.pdf> (πρόσβαση 3 20, 2016).
- Mell, Peter, και Timothy Grance. «The NIST Definition of Cloud Computing.» *NIST*. 1 1 2011. <http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-145/SP800-145.pdf> (πρόσβαση 2 13, 2016).
- Arif, Mohamed. «A history of cloud computing.» *Computer Weekly*. 20 11 2015. <http://www.computerweekly.com/feature/A-history-of-cloud-computing> (πρόσβαση 2 29, 2016).
- Myerson, Judith M. «Best practices to develop SLAs for cloud computing.» *IBM*. 1 1 2013. <http://www.ibm.com/developerworks/cloud/library/cl-sla-standards/> (πρόσβαση 3 22, 2016).
- Profit Bricks. «Migrating to cloud.» *Profit Bricks*. 1 1 2014. <https://mail.google.com/mail/u/0/#search/cloud/154f29ba25f59fe7?projector=1> (πρόσβαση 5 20, 2016).
- Rouse, Margaret. «cloud backup (online backup) .» *Tech Target*. 1 1 2016. <http://searchdatabackup.techtarget.com/definition/cloud-backup> (πρόσβαση 4 13, 2016).
- Sakr, Majd F. «Introduction to Cloud Computing.» *Carnegie Mellon University*. 11 4 2015. <http://www.qatar.cmu.edu/~msakr/15319-s10/lectures/lecture02.pdf> (πρόσβαση 2 8, 2016).
- Santos, Nuno, Krishna P. Gummadi, και Rodrigo Rodrigues. «Towards Trusted Cloud Computing.» *Max Plank Institute*. 2009. https://mpi-sws.org/~gummadi/papers/trusted_cloud.pdf (πρόσβαση 2 2, 2016).
- Shen, Zhidong, και Qiang Tong. «The Security of Cloud Computing System enabled by Trusted Computing Technology.» *yolasite*. 2010. <http://acpce.yolasite.com/resources/05555234.pdf> (πρόσβαση 2 11, 2016).
- Forrest , Stroud. «cloud backup.» *webopedia*. 1 1 2016. http://www.webopedia.com/TERM/C/cloud_backup.html (πρόσβαση 4 18, 2016).
- Thankappan, Manesh. «What is Cloud?» *Deanship of IT & Distance Learning*. 1 1 2012. <https://web.psau.edu.sa/m.thankappan/page/4098> (πρόσβαση 1 19, 2016).
- Velte, Toby, Anthony Velte, και Robert Elsenpeter. *Cloud Computing, a practical approach*. McGraw Hill, 2010.
- Μανουσάκης-Κοκκοράκης, Βασίλειος. «Σύστημα Νεφοϋπολογιστικής.» *Πανεπιστήμιο Αιγαίου*. 12 4 2013. http://www.ct.aegean.gr/people/vkavakli/information_systems/slides/cloud_computing_12_4_2013.pdf (πρόσβαση 1 30, 2016).
- Χρυσάνθου Χ. Λάτσιου Α. «Η προστασία της ιδιωτικότητας από την επεξεργασία προσωπικών δεδομένων στο υπολογιστικό νέφος-προκλήσεις και ιδιαιτερότητες.» *Αρχή Προστασίας Δεδομένων Προσωπικού Χαρακτήρα, 15 Χρόνια Λειτουργίας Επετειακή Διημερίδα 23&24 Μαΐου 2013*. 30 5 2016.