

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ



*Μεταπτυχιακή Διατριβή
Χρήστος Β. Πρασάς*

Μετάβαση στο σύννεφο: Μοντέλο απόφασης βασισμένο στο κόστος σύμφωνα με τις ανάγκες των επιχειρήσεων. Ανάλυση περιπτώσεων Ελληνικών μεγάλων και μεσαίων επιχειρήσεων.

Migration from on-premise: a cost based decision model, according to practical needs of enterprises. Case study on Greek SMEs and industries analysis.

*Επιβλέπων καθηγητής:
Κατσαρός Δημήτριος
Επίκουρος Καθηγητής*

ΒΟΛΟΣ 2016

Η σελίδα αυτή είναι σκόπιμα λευκή



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

Μετάβαση στο σύννεφο: Μοντέλο απόφασης βασισμένο στο κόστος
σύμφωνα με τις ανάγκες των επιχειρήσεων. Ανάλυση περιπτώσεων
Ελληνικών μεγάλων και μεσαίων επιχειρήσεων

*Μεταπτυχιακή Διατριβή
του
Χρήστου Β. Πρασά*

*Επιβλέπων: Κατσαρός Δημήτριος
Επίκουρος Καθηγητής*

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την

(υπογραφή)

.....
Κατσαρός Δημήτριος
Επίκουρος Καθηγητής

(υπογραφή)

.....
Αντωνόπουλος Χρήστος
Επίκουρος Καθηγητής

(υπογραφή)

.....
Μποζάνης Παναγιώτης
Καθηγητής

Βόλος, Σεπτέμβριος 2016

(Υπογραφή)

.....

Χρήστος Β. Πρασάς

Βόλος, Σεπτέμβριος 2016

© 2016 – All rights reserved

Η σελίδα αυτή είναι σκόπιμα λευκή

Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση της μεταπτυχιακής μου εργασίας, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους βοήθησαν στην διαδικασία ανάπτυξης της. Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα επίκουρο καθηγητή κ. Δημήτριο Κατσαρό για την ευκαιρία που μου έδωσε στην διάρκεια των διαλέξεων του να γνωρίσω και να ασχοληθώ με το θέμα της εν λόγω εργασίας. Η βοήθεια του και η εύστοχη καθοδήγηση του, μέσω μιας άριστης συνεργασίας που είχαμε, με οδήγησε στο να προβληματιστώ θετικά και να ορίσω με σαφήνεια τους στόχους και τα αποτελέσματα της μελέτης μου σε όλα τα στάδια της συγγραφής. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την οικογένεια μου για την υπομονή τους και την ηθική τους υποστήριξη.

Στην Αθηνά, στον Βασίλη και στη Μυρτώ...

Η σελίδα αυτή είναι σκόπιμα λευκή

Περίληψη

Η ολοένα και μεγαλύτερη ανάγκη για περιορισμό του κόστους εγκατάστασης και λειτουργίας με ταυτόχρονη απαίτηση για αύξηση της απόδοσης των πληροφοριακών συστημάτων ωθεί τα στελέχη των μικρομεσαίων επιχειρήσεων (ΜμΕ) να εξετάζουν την περίπτωση μεταφοράς ή υλοποίησης των συστημάτων τους στο "σύννεφο". Η υιοθέτηση του Cloud Computing όμως, εμπεριέχει υψηλό ρίσκο λόγω των προβλημάτων ασφάλειας όπως παρουσιάζονται στην βιβλιογραφία. Πλήθος περιστατικών παραβίασης της ασφαλείας Cloud συστημάτων έχουν πραγματοποιηθεί τα τελευταία χρόνια με σοβαρές συνέπειες για τους εμπλεκόμενους.

Διεθνώς, παρουσιάζεται αυξητική τάση της χρήσης τεχνολογιών στο Cloud από τις ΜμΕ, ενώ αντίθετα στο δημόσιο τομέα, δεν υπάρχει μεγάλη ανταπόκριση.

Για την λήψη της απόφασης μεταφοράς ή υλοποίησης της πληροφοριακής υποδομής στο Cloud από τα στελέχη των ΜμΕ είναι απαραίτητη η ανάλυση και σύγκριση των οικονομικών δεδομένων βάσει σεναρίων. Σημαντικότερο της οικονομικής ανάλυσης είναι η αναγνώριση και ταύτιση των επιχειρηματικών στόχων και προτεραιοτήτων με τα τρία βασικά κριτήρια επιλογής που είναι η μείωση του κόστους, η ασφάλεια, και η απόδοση του συστήματος. Η επιλογή δύο εξ αυτών κριτηρίων και η ιεραρχική τους ταξινόμηση ορίζει πρωταρχικά την κατεύθυνση για την περαιτέρω επιλογή και στοιχειοθετεί τον πρωταρχικό κανόνα επιλογής ή λήψης απόφασης.

Η οικονομική ανάλυση και σύγκριση των επιλογών πρέπει να γίνεται με τρόπο που να εμπεριέχει όλες τις παραμέτρους. Στην εν λόγω εργασία αναλύεται η μέθοδος Net Present Value (NPV) βάσει των Ελληνικών δεδομένων, ενώ ταυτόχρονα ορίζονται τα κρίσιμα σημεία που επηρεάζουν την τελική απόφαση και δεν παρουσιάζονται σε άλλες μελέτες.

Τέλος, με τη δημιουργία της δικτυακής εφαρμογής που περιέχει όλα τα σημεία των αναλύσεων και των οικονομικών αλλά και λογικών μοντέλων απόφασης που παρουσιάστηκαν στην εν λόγω εργασία, δίνεται η δυνατότητα στις ΜμΕ, εισάγοντας τα δεδομένα τους να λάβουν τις απαντήσεις που απαιτούνται για την λήψη της τελικής απόφασης.

Λέξεις Κλειδιά:

Σύννεφο, μοντέλο, ΜμΕ, NPV, μετάβαση, κανόνας, ασφάλεια, κόστος, απόδοση, μέθοδος, συμβόλαιο, υπηρεσία, απόσβεση, πάροχος, εμπιστοσύνη.

Abstract

The ever emerging need to restrain the cost of installation and operation of Information Systems (IS) and furthermore the demand for optimal efficiency of the IS, has led small and medium businesses (SMBs) to examine the transfer or actualization of their IS in the cloud. However, the adoption of Cloud Computing entails high risks due to security problems as shown in the bibliography. In the past years many cases of Cloud Computing security breaches have taken place with serious consequences for all stakeholders.

There is a constant rise of the use of Cloud Technologies from the SMBs internationally, as opposed to the government/ public sector where there is not much interest shown.

In order for the SMBs to transfer or actualize their information infrastructure in the Cloud, it is necessary to perform scenario analysis based on the financial data. More important than the economic analysis, is the identification and association of the business goals and priorities to the three basic assessment/entry criteria. These three assessment criteria are the cost reduction, security and system performance. The choice of two of the three criteria and their hierarchical classification determines the primary direction for the future choice and furthermore it sets the primary rule for decision making.

The financial analysis and comparison of the available choices has to be done in a way that all parameters are included. In the present research, the Net Present Value (NPV) is presented in connection to the Greek context. At the same time, the critical points that effect the final decision are presented in a way that has not yet been presented in other researches.

Finally, the creation of the web based application that includes all the decision points that are based not only on the financial but also the logical decision making models that are presented in this research, allows the SMBs, by entering their data, to receive the answers they need in order to arrive to the safest decision possible.

Key words:

Cloud, model, corporation, SMBs, NPV, migration, rule, security, cost, performance, method, SLA, service, amortization, provider, trust.

Πίνακας Περιεχομένων

Κεφ.	Τίτλος	Σελ.
1.	Εισαγωγή.....	16
1.1	Γενικά.....	16
1.2	Αντικείμενο της διπλωματικής.....	17
2.	Εισαγωγικές Έννοιες.....	19
2.1	Μικρομεσαίες επιχειρήσεις.....	19
2.2	Πληροφοριακά συστήματα στις ΜμΕ.....	20
2.3	Υλικοτεχνική υποδομή στις ΜμΕ.....	22
2.4	Υπολογιστικό Νέφος.....	25
2.4.1	Ουσιώδη χαρακτηριστικά.....	25
2.4.2	Μοντέλα παρεχόμενων υπηρεσιών.....	27
2.4.3	Μοντέλα ανάπτυξης.....	29
3.	Service Level Agreement.....	31
3.1	Γενικά.....	31
3.2	Ανάλυση του SLA των παρόχων.....	33
3.3	Περίπτωση χρήσης, ΜμΕ στο Cloud.....	35
4.	Βασικά Κριτήρια Απόφασης.....	37
4.1	Γενικά.....	37
4.2	Κριτήρια επιλογής.....	38
4.2.1	Κόστος.....	39
4.2.2	Ασφάλεια.....	40
4.2.2.1	Εμπιστευτικότητα.....	45
4.2.2.2	Ακεραιότητα.....	45
4.2.2.3	Διαθεσιμότητα.....	46
4.2.3	Απόδοση.....	47
4.3	Μεθοδολογία επιλογής κριτηρίων.....	49
5.	Μοντέλο Διαχείρισης Έργου.....	56
5.1	Γενικά.....	56
5.2	Κοστολογικοί Παράγοντες Εσωτερικής Εγκατάστασης..	58
5.2.1	Υλικά που Απαιτούνται.....	58
5.2.2	Υπηρεσίες - Λογισμικό.....	59
5.2.3	Χώρος.....	59
5.2.4	Ετήσιο Κόστος Λειτουργίας.....	60
5.3	Κοστολογικοί Παράγοντες στο Cloud.....	61
5.3.1	Ετήσιο Κόστος Λειτουργίας.....	61
5.3.2	Χώρος.....	62
5.3.3	Υπηρεσίες - Λογισμικό.....	62
5.3.4	Υλικά.....	63
5.4	Αποσβέσεις.....	63
5.5	Λοιποί Παράγοντες.....	65
6.	Αριθμητικό Μοντέλο Απόφασης.....	70
6.1	Γενικά.....	70
6.2	Καθαρή Παρούσα Αξία.....	72
7.	Μελέτη Περιπτώσεων.....	79

7.1	Γενικά.....	79
7.2	Μελέτη Περίπτωσης: 1 ^η ΜμΕ.....	81
7.3	Μελέτη Περίπτωσης: 2 ^η ΜμΕ.....	88
7.4	Μελέτη Περίπτωσης: 3 ^η ΜμΕ.....	94
8.	Επιλογή του Παρόχου – Μετάβαση.....	101
8.1	Γενικά.....	101
8.2	Μετάβαση σε βήματα.....	102
9.	Διαδικτυακή Εφαρμογή.....	105
9.1	Γενικά.....	105
9.2	Περιγραφή Τεχνολογιών.....	105
9.3	Περιγραφή Εφαρμογής.....	106
10.	Επίλογος.....	110
10.1	Γενικά.....	111
10.2	Συμπεράσματα.....	111
11.	Βιβλιογραφία.....	113

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα	Σελ.
Εικόνα 1: Το ERP και τα υποσυστήματά του	21
Εικόνα 2: Ποσοστό διείσδυσης του Virtualization στις ΜμΕ.....	23
Εικόνα 3: Αύξηση του διαχειρ. κόστους με την χρήση virtualization...	24
Εικόνα 4: Cloud Computing κατά NIST.....	25
Εικόνα 5: Τα βασικά χαρακτηριστικά του Cloud Computing.....	27
Εικόνα 6: Βασικά μοντέλα Cloud υπηρεσιών.....	28
Εικόνα 7: Συνήθεις παρεχόμενες υπηρεσίες στο Cloud.....	29
Εικόνα 8: Η σύνδεση του SLA με τους στόχους της επιχείρησης.....	32
Εικόνα 9: Χαρακτηριστικά των SLA.....	35
Εικόνα 10: Κρίσιμες υποδομές στο Cloud.....	41
Εικόνα 11: Οι τρεις βασικές αρχές ασφάλειας.....	46
Εικόνα 12: Παράγοντες που επηρεάζουν την υιοθέτηση του Cloud.....	52
Εικόνα 13: Γραφική απεικόνιση του πρωταρχικού κανόνα.....	54
Εικόνα 14: Τα βήματα διοίκησης έργου.....	56
Εικόνα 15: Δαπάνες επιχειρήσεων.....	66
Εικόνα 16: Αύξηση του κόστους χρήσης και συντήρησης.....	67
Εικόνα 17: Κόστος συντήρησης - αξία του datacenter.....	69
Εικόνα 18: Μαθηματικός τύπος υπολογισμού TCO.....	71
Εικόνα 19: Γραφική απεικόνιση ΔNPV δεδομένων 1ης περίπτωσης.....	87
Εικόνα 20: Γραφική απεικόνιση ΔNPV δεδομένων 2ης περίπτωσης.....	93
Εικόνα 21: Γραφική απεικόνιση ΔNPV δεδομένων 3ης περίπτωσης.....	100
Εικόνα 22: Αρχική σελίδα.....	106
Εικόνα 23: Πρωταρχικός κανόνας.....	107
Εικόνα 24: Υπολογιστική διαδικασία.....	107
Εικόνα 25: Σχετικές πληροφορίες.....	108
Εικόνα 26: Επικοινωνία με τους δημιουργούς.....	109
Εικόνα 27: Σημαντικές έννοιες.....	111

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας	Σελ.
Πίνακας 1: Κατάταξη ΜμΕ	19
Πίνακας 2: Χαρακτηριστικά των SLAs	34
Πίνακας 3: Ανάλυση των SLAs.....	36
Πίνακας 4: Απαιτήσεις εφαρμογών.....	42
Πίνακας 5: Πιστοποιητικά ασφάλειας	44
Πίνακας 6: Αντιστοιχία ποσοστού διαθεσιμότητας και χρόνου	46
Πίνακας 7: Συνδυασμοί επιλογής κριτηρίων	54
Πίνακας 8: Βήματα διοίκησης έργου	57
Πίνακας 9: Υλικά εσωτερικής εγκατάστασης	58
Πίνακας 10: Υπηρεσίες, λογισμικό εσωτερικής εγκατάστασης	59
Πίνακας 11: Απαιτήσεις χώρου εσωτερικής εγκατάστασης	60
Πίνακας 12: Ετήσιο κόστος λειτουργίας, πέραν του πρώτου.....	60
Πίνακας 13: Ετήσιο κόστος λειτουργίας στο Cloud.....	61
Πίνακας 14: Απαιτήσεις χώρου στο Cloud.....	62
Πίνακας 15: Απαιτήσεις υπηρεσιών, λογισμικού στο Cloud.....	62
Πίνακας 16: Απαιτήσεις υλικών στο Cloud.....	63
Πίνακας 17: Κύκλος ζωής λειτουργικών - λογισμικών.....	68
Πίνακας 18: Συντελεστής προεξόφλ. για εσωτερική εγκατάσταση.....	73
Πίνακας 19: Συντελεστής προεξόφλ. για εγκατάσταση στο Cloud.....	74
Πίνακας 20: Πρότυπος συγκεντρωτικός κοστολογικός πίνακας.....	78
Πίνακας 21: Συγκεντρωτικός κοστολογικός πίνακας 1ης Περίπτωσης...	82
Πίνακας 22: Συντελεστής προεξόφλ. εσωτ. εγκατάστ. 1ης Περίπτωσης...	84
Πίνακας 23: Συντελεστής προεξόφλ. Cloud 1ης Περίπτωσης.....	84
Πίνακας 24: Υπολογιζόμενα δεδομένα 1ης περίπτωσης.....	86
Πίνακας 25: Συγκεντρωτικός κοστολογικός πίνακας 2ης Περίπτωσης....	89
Πίνακας 26: Συντελεστής προεξόφλ. εσωτ. εγκατάστ. 2ης Περίπτωσης...	91
Πίνακας 27: Συντελεστής προεξόφλ. Cloud εγκατάστ. 2ης Περίπτωσης...	91
Πίνακας 28: Υπολογιζόμενα δεδομένα 2ης περίπτωσης.....	92
Πίνακας 29: Συγκεντρωτικός κοστολογικός πίνακας 3ης Περίπτωσης...	95
Πίνακας 30: Συντελεστής προεξόφλ. εσωτ. εγκατάστ. 3ης Περίπτωσης...	97
Πίνακας 31: Συντελεστής προεξόφλ. Cloud εγκατάστ. 3ης Περίπτωσης...	97
Πίνακας 32: Υπολογιζόμενα δεδομένα 3ης περίπτωσης.....	99

Κατάλογος Ακρωνυμίων

ΜμΕ - Μικρομεσαίες Επιχειρήσεις

ΣΔΒΔ - Σύστημα Διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων

ΣΠ - Συντελεστής Προεξόφλησης

AICPA - American Institute of Certified Public Accountants

API - Application Programming Interfaces

ARR - Average Rate of Return

AWS - Amazon Web Services

CAPEX - Capital Expenses

COBIT - Control Objectives for Information and Related Technology

CRM - Clients Relation Management

CSA - Cloud Security Alliance

DBMS - Database Management System

DSS - Data Security Standard

EBS - Elastic Block Storage (Amazon)

EC2 - Elastic Compute Cloud (Amazon)

ECSA - European Cloud Security Alliance

ENISA - European Network and Information Security Agency

ERP - Enterprise Resource Planning

EU - European Union

FMS - Fleet Management Software

HR - Human Resources

IaaS - Infrastructure as a Service

IAS - International Accounting Standards

IDC - International Data Corporation

IFRS - International Financial Reporting Standards

ISO - International Organization for Standardization

IT - Information Technology

ITIL - Information Technology Infrastructure Library

JTC - Joint Technical Committee

LAN - Local Area Network

LTS - Long Time Support

MTTF - Mean Time To Failure

NAS - Network Attached Storage

NIST - National Institute of Standards and Technology

NPV - Net Present Value

OCF - Open Certification Framework

OPEX - Operation Expenses

PaaS - Platform as a Service

PCISSC - Payment Card Industry Security Standards Council

PDCA - Plan Do Check Act

ROI - Return of Investment

SaaS - Software as a Service

SECaaS - Security as a Service

SFS - Sales Forecasting Software

SLA - Service Level Agreement

SME - Small Medium Enterprises

SOC - Service Organization Control

TCO - Total Cost of Investment

UPS - Uninterruptible Power System

US-CERT - United States Computer Emergency Readiness Team

VPN - Virtual Private Network

WMS - Warehouse Management Systems

1

Εισαγωγή

1.1 Γενικά

Τα τελευταία χρόνια, οι επιχειρήσεις και οργανισμοί στον ιδιωτικό και δημόσιο τομέα στοχεύουν στην συρρίκνωση του κόστους λειτουργίας τους, ενώ αναζητούν καινοτόμες τεχνολογικές λύσεις. Η οικονομική κρίση ωθεί τις μικρομεσαίες επιχειρήσεις - ΜμΕ (Small Medium Enterprises, SMEs) και ειδικότερα τους υπευθύνους των πληροφοριακών συστημάτων τους στην αναζήτηση, αξιολόγηση και τελικώς υιοθέτηση νέων τεχνολογιών έχοντας πλέον σαν επιχειρησιακούς στόχους την μείωση του κόστους κτήσης και λειτουργίας υλικού και λογισμικού, την εξωστρέφεια, την αύξηση της ποιότητας των παρεχόμενων υπηρεσιών, την ελαχιστοποίηση της πολυπλοκότητας, την αύξηση της εξαγωγικής δυνατότητας και τον περιορισμό – μακροχρόνια - των ελλειμμάτων ανταγωνιστικότητας και την αύξηση της ανταγωνιστικότητας [24].

Το δημοφιλές υπολογιστικό νέφος (Cloud Computing ή απλά Cloud) και η εκμετάλλευση των δυνατοτήτων του από τις ΜμΕ, είναι ικανό να προσφέρει ως δυνατότητες, την ικανοποίηση αυτών ακριβώς των επιχειρησιακών στόχων και παράλληλα με την μείωση του κόστους να απελευθερωθούν πόροι για επενδύσεις σε άλλους τομείς. Η υποσχόμενη ευκολία διαχείρισης και η κατ' απαίτηση πρόσβαση σε θεωρητικά «άπειρους» πόρους όπως α) η επεξεργαστική δυνατότητα, β) ο αποθηκευτικός χώρος και γ) μνήμη, φαντάζει ως η καλύτερη επιλογή για την υποστήριξη των ΜμΕ αν τελικά αποφασίσουν να μεταφέρουν τα πληροφοριακά τους συστήματα στο Cloud [161], [162], [23]. Σημαντική προσπάθεια ανάδειξης και ευαισθητοποίησης προς την κατεύθυνση επιλογής του Cloud από τις επιχειρήσεις γίνεται και με πρωτοβουλίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης αλλά και από πρωτοβουλίες των ίδιων των εταιριών [64], [65], [1].

Το *outsourcing* υπηρεσιών, δηλαδή, η ανάθεση υπηρεσιών και εργασιών μιας επιχείρησης σε εξωτερικό συνεργάτη, δεν είναι νέο φαινόμενο στον επιχειρηματικό

κόσμο. Πολλές επιχειρήσεις εδώ και αρκετά χρόνια έχουν υιοθετήσει το outsourcing για υπηρεσίες ανθρωπίνου δυναμικού, χρηματοοικονομικές, προώθησης, διαφήμισης, έρευνας αγοράς, έρευνας προϊόντων, ανάπτυξης και πωλήσεων [66].

Στον αντίποδα, το outsourcing των πληροφοριακών συστημάτων των ΜμΕ συγκεκριμένα, ενέχει υψηλό ρίσκο [153]. Η ασφάλεια, η ιδιωτικότητα, η συμβατότητα μεταξύ των συστημάτων των παρόχων απασχολούν αρκετά τους εμπλεκόμενους φορείς [174]. Η διαθεσιμότητα και το πρόβλημα της βιωσιμότητας και της ανάκτησης των δεδομένων στην περίπτωση που ο πάροχος σταματήσει την επαγγελματική του δραστηριότητα καθώς και ζητήματα νομικής δικαιοδοσίας-αρμοδιότητας είναι εξίσου σημαντικά [65].

Η εξάρτηση από την δυνατότητα πρόσβασης στο διαδίκτυο, τα προβλήματα αποκατάστασης μετά από καταστροφή (disaster recovery), είναι και αυτά κρίσιμα ζητήματα που πρέπει να απασχολούν τους ειδικούς του κλάδου πριν την λήψη της απόφασης για μετάβαση στο Cloud [163], [20], [21].

Παράλληλα η παρουσίαση και μελέτη των απαραίτητων συμβολαίων διασφάλισης παρεχόμενων υπηρεσιών μεταξύ του παρόχου και της ΜμΕ (Service Level Agreements, SLAs) που συναποδέχονται και συνυπογράφουν τα δύο μέλη είναι κομβικής σημασίας λόγω της μεγάλης σπουδαιότητας των συμφωνηθέντων όρων για την ομαλή λειτουργία των υπηρεσιών, λόγω και της σε μεγάλο βαθμό αυτοματοποίησης του ελέγχου των παρεχόμενων υπηρεσιών. Η εμπιστοσύνη (trust) στο Cloud μπορεί να ενισχυθεί και ίσως τελικά να επιτευχθεί με την βελτίωση και ωρίμανση των όρων στα SLAs.

Η πιθανή μετάβαση στο Cloud όμως, θα πρέπει να αναλύεται σε βάθος, λαμβάνοντας υπόψη τα οικονομικά κριτήρια, τις πραγματικές ανάγκες και τους επιχειρηματικούς στόχους της επιχείρησης.

1.2 Αντικείμενο της διπλωματικής

Η παρούσα μεταπτυχιακή εργασία εξετάζει τις δυνατότητες που προσφέρει το Cloud στις ελληνικές ΜμΕ (SMEs). Διακρίνει, στοιχειοθετεί και παρουσιάζει τα τρία βασικά κριτήρια λήψης απόφασης (decision criteria) για μετάβαση στο Cloud τα οποία είναι το κόστος, η ασφάλεια και η απόδοση. Παράλληλα διακρίνει έναν πρωταρχικό κανόνα επιλογής που στηρίζεται σε αυτά ακριβώς τα κριτήρια, με τον οποίο λαμβάνεται η πρώτη ενδεικτική απάντηση στο κρίσιμο ερώτημα της μετάβασης (migration) των πληροφοριακών συστημάτων των ΜμΕ στο Cloud. Σημαντικό κομμάτι της εργασίας είναι η αποτύπωση των βημάτων μετάβασης στο Cloud με τρόπο που να

μην επηρεάζεται η φυσιολογική λειτουργία της επιχείρησης. Στην συνέχεια αναλύεται το μοντέλο εκτίμησης του κόστους με την αποτύπωση των κοστολογικών κριτηρίων (cost factors). Παρουσιάζονται τα βασικά σημεία των (SLA) των παρόχων που δραστηριοποιούνται στην Ευρώπη και γίνεται σύγκριση των πληροφοριακών εγκαταστάσεων δεδομένων (datacenters) εντός των επιχειρήσεων και του Cloud. Τέλος παρουσιάζονται στοιχεία επιχειρήσεων από έρευνα που πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια της εργασίας και μελετάται με πραγματικά δεδομένα η λήψη απόφασης και η διαδικασία της μετάβασης στο Cloud.

Στην εργασία αναφέρεται συχνά η φράση «*Παραδοσιακή εγκατάσταση*» και εννοείται η εσωτερική εγκατάσταση εντός της επιχείρησης, των πληροφοριακών συστημάτων και της αντίστοιχης υποδομής (datacenter). Επίσης γίνεται η χρήση της λέξης «*ρίσκο*» εννοώντας οποιοδήποτε ρίσκο ασφάλειας ή επιχειρηματικό ρίσκο.

2

Εισαγωγικές Έννοιες

2.1 Μικρομεσαίες επιχειρήσεις

Οι παράγοντες, σύμφωνα με τους οποίους κατατάσσεται μια επιχείρηση ως μικρομεσαία (ΜμΕ, Small medium sized enterprises, SME), όπως καθορίζεται από την Ευρωπαϊκή οδηγία EU361/2003 είναι i) το πλήθος των εργαζομένων – απασχολούμενων και ii) ο ετήσιος κύκλος εργασιών [67], [68].

Σύμφωνα με τα παραπάνω μια εταιρία μπορεί να χαρακτηριστεί ως:

Σύνολο ισολογισμού	Ετήσιος τζίρος	Πλήθος εργαζομένων	Κατηγορία
<= 43 εκατ. €	<= 50 εκατ. €	< 250	Μεσαία (Medium)
<= 10 εκατ. €	<= 10 εκατ. €	< 50	Μικρή (Small)
<= 2 εκατ. €	<= 2 εκατ. €	< 10	Πολύ Μικρή (Micro)

Πίνακας 1: Κατάταξη ΜμΕ

Παράλληλα, στις ΜμΕ η διοίκηση και διαχείριση τους γίνεται συνήθως από τους ιδιοκτήτες-ιδρυτές και όχι από διοικητικό συμβούλιο, χωρίς γραφειοκρατικά προβλήματα και οι αποφάσεις είναι πιο εύκολο να παρθούν και να υλοποιηθούν λόγω της αμεσότητας στην επικοινωνία.

2.2 Πληροφοριακά συστήματα στις ΜμΕ

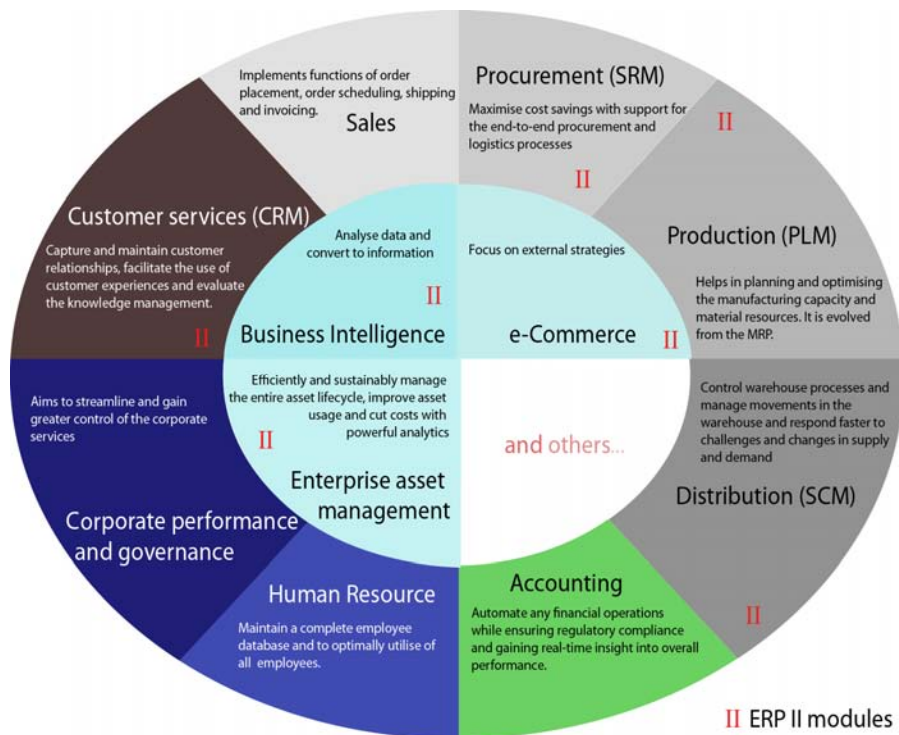
Στον ιδιωτικό τομέα και ειδικότερα στις ΜμΕ ο ανταγωνισμός είναι εξαιρετικά υψηλός. Αν ληφθεί υπόψη ότι το 75% των επιχειρήσεων στην Ελλάδα και το 99% στην Ευρώπη είναι ΜμΕ και με δεδομένο ότι εννιά στις δέκα (9/10) ΜμΕ ανήκουν στον χώρο των μικρών (micro enterprises) τότε είναι αντιληπτό το πόσο κρίσιμη για την επιβίωση και ανάπτυξη αυτών των επιχειρήσεων είναι η πρόσβαση σε φθηνές, αξιόπιστες και αποδοτικές τεχνολογίες [104], [177].

Το βασικό εργαλείο πληροφόρησης αλλά και διαχείρισης στις ΜμΕ είναι συνήθως ένα σύστημα με την δυνατότητα καταγραφής και ελέγχου βασικών στοιχείων (πωλήσεων - αγορών - αποθήκη) που απαιτούνται από την φορολογική νομοθεσία. Τα τελευταία χρόνια ακόμη και οι μικρές επιχειρήσεις υιοθετούν πλήρη και εξειδικευμένα συστήματα όπως τα συστήματα διαχείρισης βιομηχανικών πόρων (Enterprise Resource Planning, ERP) [173]. Η στροφή αυτή των ΜμΕ προς την ολοκληρωμένη διαχείριση και έλεγχο που προσφέρει ένα ERP έγκειται στην μείωση του κόστους κτήσης των εν λόγω λογισμικών και στις γενικά μέτριες απαιτήσεις σε υλικοτεχνική υποδομή και στην ευκολία χρηματοδότησης που υπήρχε τα προηγούμενα χρόνια.

Τα συστήματα ERP είναι ικανά, με αποτελεσματικό τρόπο, να διασφαλίσουν την διαχείριση των επιχειρηματικών πόρων και των ροών πληροφοριών και ταυτόχρονα να είναι σύμφωνα με την τρέχουσα νομοθεσία. Με την χρήση των ERP η ΜμΕ μπορεί να λαμβάνει πολύτιμη πληροφορία αναφορικά με όλα τα τμήματα της και να εξάγει συμπεράσματα για μελλοντικές επενδύσεις ή σημαντικές αποφάσεις σε όλους τους τομείς όπως την διαχείριση των αποθηκών και αποθεμάτων, την πολιτική πωλήσεων, τις τραπεζικές σχέσεις και την πελατειακή της διαχείριση.

Το ERP αποτελείται κυρίως από διαφορετικές οντότητες λογισμικού (modules) και υποσυστήματα [173]. Οι βασικές οντότητες των ERP είναι οι παρακάτω:

- Διαχείριση αποθήκης
- Γενική Λογιστική
- Τιμολόγηση
- Διαχείριση Ανθρώπινων πόρων
- Διαχείριση παραγωγής
- Προμήθειες



Εικόνα 1: Το ERP και τα υποσυστήματά του [169].

Συμπληρωματικά των ERP, οι εταιρίες δύναται να χρησιμοποιούν και άλλα, ειδικότερα, πληροφοριακά λογισμικά όπως:

- i) Λογισμικό Πρόβλεψης Προμηθειών – Πωλήσεων (Procurement – Sales Forecasting Software)
- ii) Λογισμικό Διαχείρισης Αποθηκών (Warehouse Management Systems, WMS)
- iii) Λογισμικό Διαχείρισης Πελατών (Clients Relation Management Systems, CRM)
- iv) Λογισμικό Διαχείρισης Στόλου Οχημάτων (Fleet Management - Tracking and Administration Systems)
- v) Ιστοσελίδα (website)
- vi) Ηλεκτρονική αλληλογραφία (e-mail)
- vii) Ηλεκτρονικό κατάστημα (e-shop, e-commerce)
- viii) Μισθοδοσία (Payroll)
- ix) Διαχείριση Ανθρωπίνων Πόρων (Human Resources, HR)
- x) Εφαρμογές Γραφείου (Office Applications)
- xi) Διαχείριση Έργων (Project Management)

Παράλληλα πέρα από τις εμπορικές εφαρμογές που κυκλοφορούν και χρησιμοποιούνται ευρέως από τις επιχειρήσεις, μπορεί να χρησιμοποιούνται

εφαρμογές δημιουργημένες από τις ίδιες ή ακόμη και να προσφέρουν τις εφαρμογές αυτές σε τρίτους. Η συγκεκριμένη παράμετρος είναι σημαντική για την επιλογή του παρεχόμενου μοντέλου υπηρεσίας (Cloud Service Model) για την μετάβαση στο Cloud.

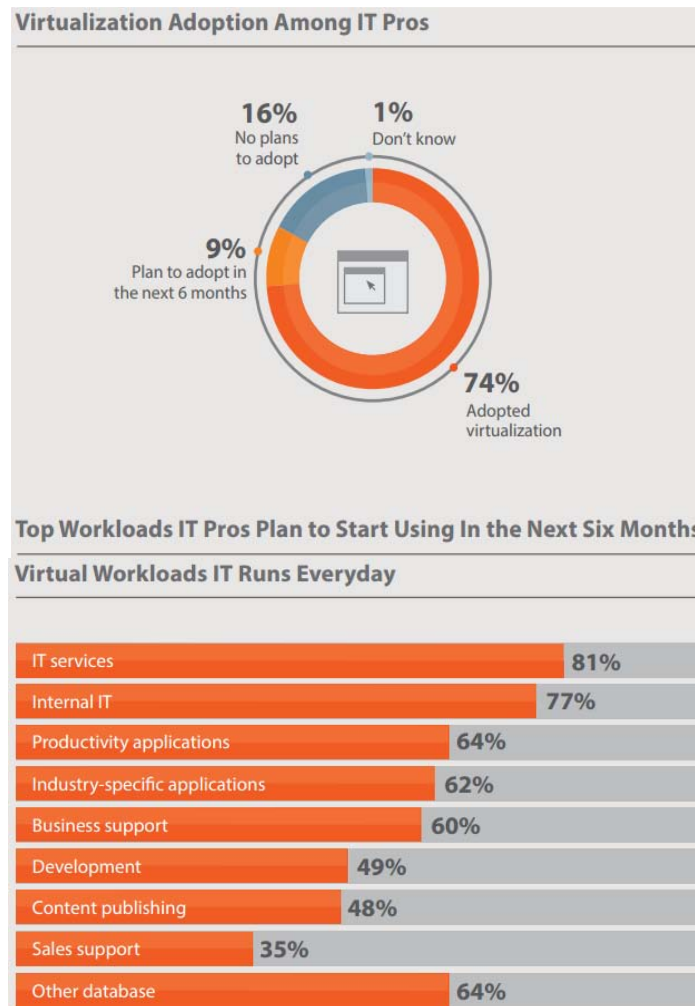
Σύμφωνα με πρόσφατες έρευνες, οι εφαρμογές που είναι πιο πιθανό να λειτουργήσουν στο Cloud είναι οι α) Εφαρμογές γραφείου, β) Σύστημα Διαχείρισης Πελατών, γ) Ηλεκτρονική αλληλογραφία, δ) Σύστημα Διαχείρισης Έργων, ε) Σύστημα Διαχείρισης Μισθοδοσίας (Payroll) [160].

2.3 Υλικοτεχνική υποδομή στις ΜμΕ

Παραδοσιακά, το σύνολο των SMEs προσανατολιζόνταν στην δημιουργία του πληροφοριακού τους κέντρου δεδομένων (datacenter) εντός του φυσικού χώρου της επιχείρησης, συνήθως στην κεντρική τοποθεσία, την έδρα τους [24]. Για την δημιουργία του datacenter απαιτείται υψηλό αρχικό κόστος κτήσης (Capital Expenses, CAPEX) για τον απαραίτητο εξοπλισμό και σύσταση ομάδας ειδικών πληροφορικών που θα είναι επιφορτισμένοι με το έργο της εγκατάστασης, παραμετροποίησης, διαχείρισης, ενημέρωσης και ασφάλισης της υποδομής. Παράλληλα, η κεντροποιημένη εγκατάσταση απαιτεί δυνατότητα πρόσβασης στο διαδίκτυο μέσω δικτύου υψηλής ταχύτητας, δημιουργία αντιγράφων ασφαλείας, μέτρα ασφάλειας για την πρόσβαση στον χώρο, μέτρα ασφάλειας για τις φυσικές καταστροφές, λήψη μέτρων για την απρόσκοπτη παροχή ενέργειας καθώς και τη δημιουργία εφεδρικών datacenter σε απομακρυσμένα από το αρχικό σημεία.

Τα τελευταία χρόνια, με την ανάπτυξη της δημιουργίας και χρήσης ολοένα και περισσότερων εικονικών υπολογιστικών συστημάτων στους εξυπηρετητές (virtualization), δίνεται η δυνατότητα σε έναν φυσικό εξυπηρετητή (server) να μπορούν να εκτελεστούν ταυτόχρονα πολλοί εικονικοί εξυπηρετητές [69].

Έρευνες παρουσιάζουν την μεγάλη διείσδυση του virtualization στους servers των επιχειρήσεων. Συγκεκριμένα πάνω από το 90% των επιχειρήσεων (όλων των μεγεθών) που διατηρούν πληροφοριακές εγκαταστάσεις εντός εκμεταλλεύονται το virtualization στους server τους [εικόνα 2], ενώ σε άλλες έρευνες το 74% των ΜμΕ χρησιμοποιούν ήδη virtualization εξυπηρετώντας με αυτό τον τρόπο τις αυξανόμενες ανάγκες τους με την ίδια υλικοτεχνική υποδομή [70]. Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται αυτή ακριβώς η μεγάλη διείσδυση του virtualization στις ΜμΕ, η τάση των επόμενων μηνών καθώς και η συχνότερη χρήση.

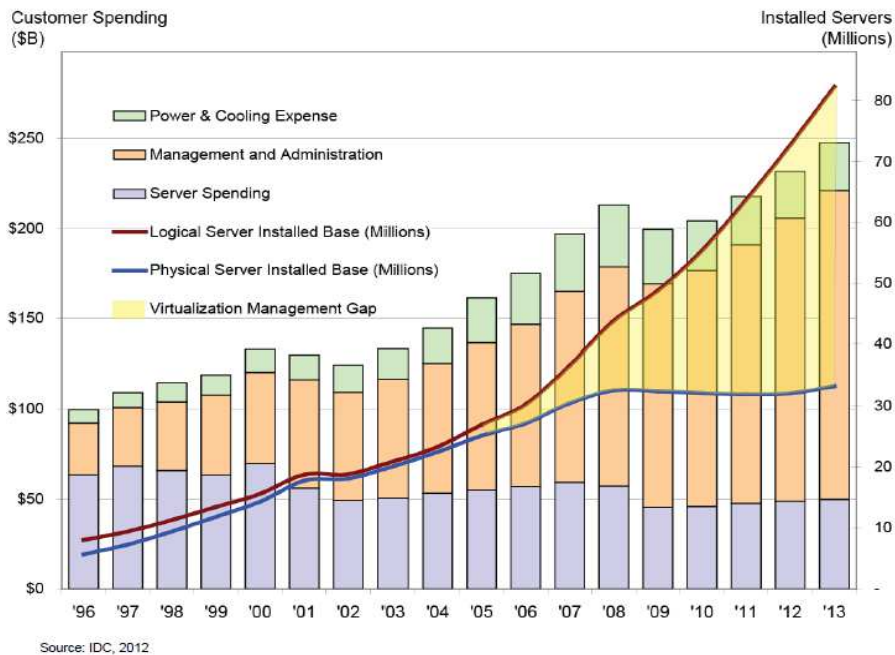


Εικόνα 2: Ποσοστό διείσδυσης του Virtualization στις ΜμΕ [70]

Αναλυτικότερα, το virtualization γίνεται για παράδειγμα χρησιμοποιώντας έναν εξυπηρετητή με ρόλο κεντρικού εξυπηρετητή ηλεκτρονικής αλληλογραφίας, έναν ως διαχείρισης βάσεων δεδομένων, έναν ως διαδικτυακός εξυπηρετητής (web server) και έναν ως εξυπηρετητής εφαρμογών (application server). Η φαινομενικά άριστη λύση του virtualization για την μείωση του κόστους κτήσης νέων εξυπηρετητών πρόσθεσε μεγάλα προβλήματα διαχείρισης και πολυπλοκότητας [23].

Στην παρακάτω εικόνα [3] παρουσιάζεται αυτό ακριβώς το πρόβλημα που αντίθετα από την μείωση του κόστους κτήσης του εξοπλισμού το διαχειριστικό κόστος πολλαπλασιάστηκε.

Rapid Growth in Virtualized Applications;
Increasing Pressure on IT Management/Administration



Εικόνα 3: Αύξηση του διαχειριστικού κόστους με την χρήση virtualization [23]

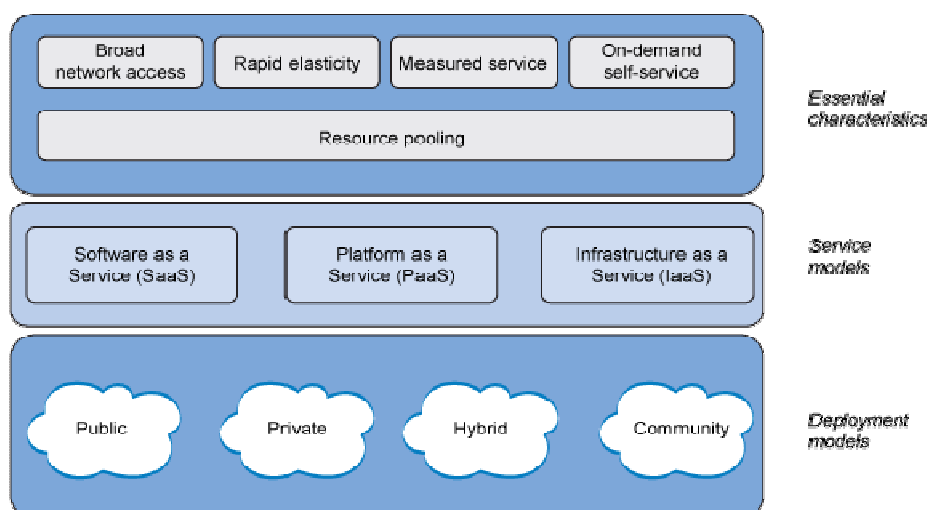
Σε άλλες περιπτώσεις, όταν υπάρχει η δυνατότητα, ακολουθείται η τεχνική εγκατάστασης των εξυπηρετητών σε διαφορετικά γεωγραφικά σημεία, ανάλογα με την εργασία που επιτελούν και τον φόρτο εργασίας τους με άμεσο επακόλουθο τον πολλαπλασιασμό του κόστους υλικών, λογισμικών και εργατικών.

Εναλλακτικά, στις παραδοσιακές εγκαταστάσεις, έχοντας ως στόχο την μείωση του εργατικού κόστους, αρκετές ΜμΕ ενώ έχουν δικό τους datacenter δεν απασχολούν καθόλου πληροφορικούς αλλά κατόπιν συμφωνίας υποστηρίζονται από εξωτερικούς συνεργάτες (outsourcing support).

Τα τελευταία χρόνια, με την ανάπτυξη και την αυξανόμενη αποδοχή του Cloud, ο σχεδιασμός υλοποίησης του απαιτούμενου datacenter των ΜμΕ έχει αλλάξει. Πλέον δεν υπάρχει η ανάγκη για ακριβή υλικοτεχνική υποδομή εντός της επιχείρησης και συνήθως απαιτείται μόνο η απρόσκοπτη σύνδεση με το διαδίκτυο για την λειτουργία της. Παράλληλα ελαχιστοποιείται η ανάγκη σε ανθρώπινο δυναμικό, μιας και οι προσφερόμενες υπηρεσίες που φιλοξενούνται στο Cloud είναι κατά βάση αυτοματοποιημένες ως προς την διαχείριση τους.

2.4 Υπολογιστικό νέφος

Το Εθνικό Ινστιτούτο Επιστήμης και Τεχνολογίας των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής (National Institute of Standards and Technology, NIST) ως υπολογιστικό νέφος (Cloud computing, ή απλά Cloud), ορίζει «το μοντέλο που επιτρέπει την απεριόριστη, κατά απαίτηση (on-demand) πρόσβαση μέσω δικτύου σε ένα κοινόχρηστο σύνολο παραμετροποιήσιμων υπολογιστικών πόρων (shared pool) από δίκτυα, servers, επεξεργαστική ισχύ, αποθηκευτικούς χώρους, εφαρμογές και υπηρεσίες, το οποίο μπορεί να δεσμευθεί και να απελευθερωθεί γρήγορα με ελάχιστη διαχειριστική προσπάθεια ή αλληλεπίδραση με τον πάροχο των υπηρεσιών [71], [50]. Το εν λόγω μοντέλο αποτελείται από πέντε ουσιώδη χαρακτηριστικά (essential characteristics), τρία μοντέλα παρεχόμενων υπηρεσιών (service models) και τέσσερα μοντέλα ανάπτυξης (deployment models).

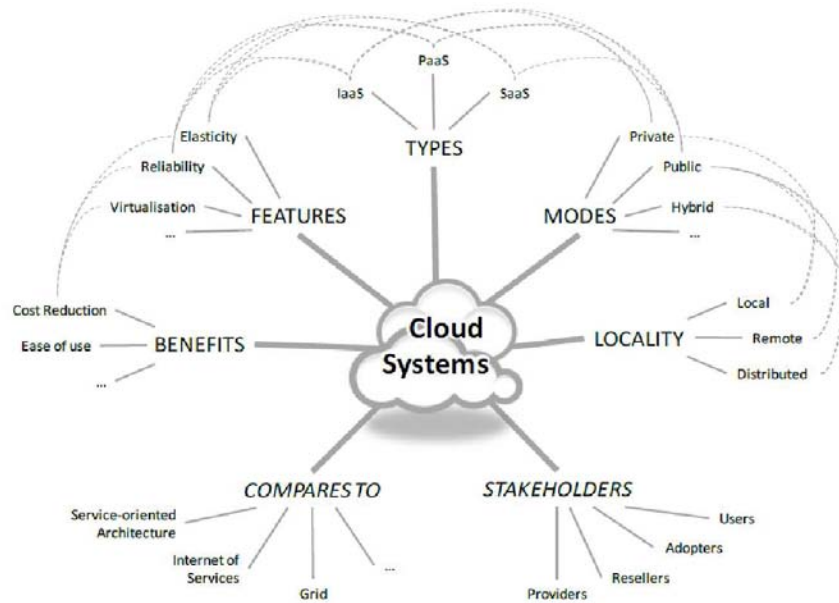


Εικόνα 4: Cloud Computing κατά NIST [3]

2.4.1 Ουσιώδη χαρακτηριστικά

- **Κατά απαίτηση αυτοεξυπηρέτηση (On-demand self-service).** Ο πελάτης/χρήστης μπορεί μονομερώς να έχει πρόσβαση σε υπολογιστικές δυνατότητες, όπως δικτυακά αποθετήρια-αποθηκευτικούς χώρους (network storages) ή στον χρονισμό των εξυπηρετητών (server time), όποτε απαιτηθεί χωρίς να είναι απαραίτητη η ανθρώπινη παρέμβαση από τους παρόχους.

- **Ευρεία πρόσβαση στο διαδίκτυο (Broad network access).** Οι παρεχόμενες δυνατότητες είναι διαθέσιμες μέσω δικτύου και μπορούν να προσπελαστούν με τυποποιημένους μηχανισμούς-διαδικασίες από ετερογενείς πλατφόρμες (π.χ. tablets, portable devices, φορητούς Η/Υ, τερματικά).
- **Συγκέντρωση πόρων (Resource pooling).** Οι φυσικοί και εικονικοί υπολογιστικοί πόροι του παρόχου βρίσκονται συγκεντρωμένοι ως ένα κοινόχρηστο διαχειρίσιμο σύνολο που μπορεί να εξυπηρετήσει ένα πλήθος πελατών/χρηστών χρησιμοποιώντας ένα δυναμικό μοντέλο ανακατανομής των πόρων ανάλογα με τις απαιτήσεις αυτών των πελατών/χρηστών. Αυτό το χαρακτηριστικό δίνει την αίσθηση της ανεξαρτησίας των υπολογιστικών δυνατοτήτων/μηχανών/πόρων (π.χ. αποθετήρια δεδομένων, υπολογιστικές μηχανές, μνήμη, δίκτυο) από γεωγραφικά όρια και ως συνέπεια την αίσθησης της ανεξαρτησίας των δεδομένων των χρηστών από αυτά τα γεωγραφικά όρια. Ωστόσο παρέχεται η δυνατότητα σε υψηλό και πολλές φορές αφαιρετικό επίπεδο να οριστεί η τοποθεσία που θα βρίσκονται και η υπολογιστική υποδομή αλλά κυρίως τα αποθετήρια δεδομένων των πελατών χρηστών για παράδειγμα σε επίπεδο Ηπείρου, χώρας, πολιτείας, ακόμη και σε επίπεδο φυσικής υπολογιστικής υποδομής (datacenter).
- **Ταχεία ελαστικότητα (Rapid elasticity).** Οι παρεχόμενες δυνατότητες μπορούν να παρέχονται, σε κάποιες περιπτώσεις αυτόματα, για γρήγορη φθίνουσα ή αύξουσα κλιμάκωση ανάλογα με την ζήτηση. Στον χρήστη των υπηρεσιών δημιουργείτε η εντύπωση της άπειρης δυνατότητας κλιμάκωσης.
- **Μετρούμενες υπηρεσίες (Measured services).** Τα συστήματα Cloud αυτόματα ελέγχουν και βελτιστοποιούν τους προς χρήση παρεχόμενους πόρους χρησιμοποιώντας τεχνικές μετρήσεων σε πιο αφαιρετικό (ανώτερο) επίπεδο ανάλογα με τον κάθε τύπο των υπηρεσιών (π.χ. αποθηκευτικό χώρο, επεξεργαστική ισχύ, εύρος ζώνης δικτύου και πλήθος ενεργών χρηστών). Η χρήση των πόρων του συστήματος μπορεί να παρακολουθηθεί, να ελεγχθεί και να αναφερθεί-αποτυπωθεί προσφέροντας διαφάνεια και στον πάροχο αλλά και στον πελάτη.



Εικόνα 5: Τα βασικά χαρακτηριστικά του Cloud Computing [4]

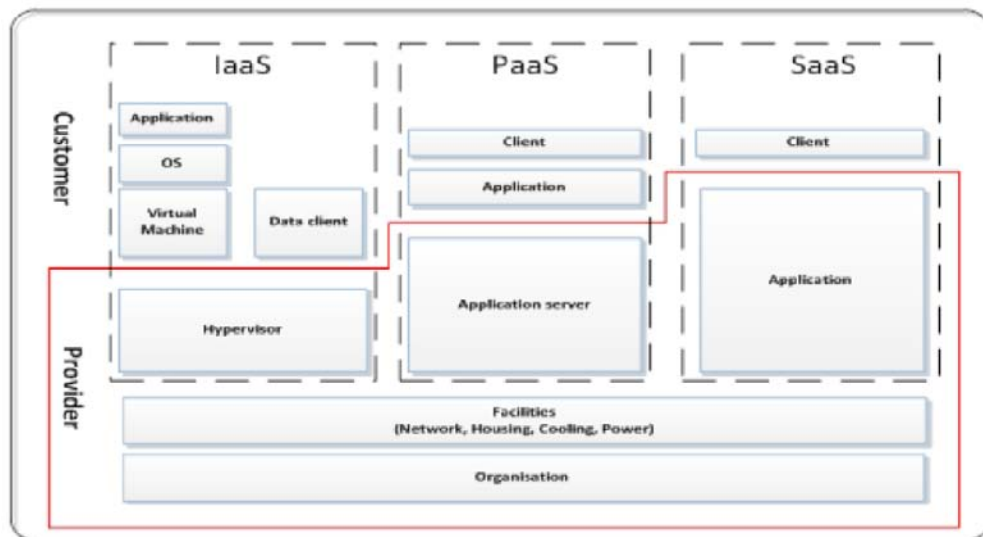
Τα βασικά μοντέλα παρεχόμενων υπηρεσιών που απαντώνται στους παρόχους είναι τα παρακάτω. Να αναφερθεί ότι λόγω της εξέλιξης των προσφερόμενων υπηρεσιών με εξαιρετικά γρήγορο ρυθμό υπάρχουν και επιπλέον μοντέλα που θα αναφερθούν.

2.4.2 Μοντέλα παρεχόμενων υπηρεσιών

- **Λογισμικό ως υπηρεσία (Software as a Service, SaaS).** Η παρεχόμενη υπηρεσία στον πελάτη είναι η δυνατότητα χρήσης της εφαρμογής του παρόχου, η οποία εκτελείται στην Cloud υποδομή. Η Cloud υποδομή αποτελείται από λογισμικό και υλικό (hardware – software) τα οποία ικανοποιούν τα πέντε ουσιαστικά χαρακτηριστικά του Cloud. Ο πελάτης δεν έχει πρόσβαση για διαχείριση ή έλεγχο στην υποδομή πάνω στην οποία εκτελείται το λογισμικό που έχει συμφωνηθεί να εκτελεί και να χρησιμοποιεί. Δεν υπάρχει πρόσβαση δηλαδή στην δικτυακή υποδομή, στους εξυπηρετητές, στο λειτουργικό σύστημα, στους αποθηκευτικούς χώρους της Cloud υποδομής και δεν μπορεί να επέμβει στο λογισμικό σε επίπεδο υψηλής διαχείρισης (super administrator).
- **Πλατφόρμα ως υπηρεσία (Platform as a Service, PaaS).** Η παρεχόμενη υπηρεσία στον πελάτη είναι η δυνατότητα ανάπτυξης εφαρμογών, εργαλείων, υπηρεσιών, οι οποίες θα μπορούν να εκτελεστούν στην υποδομή καθώς επίσης και η δυνατότητα εγκατάστασης και εκτέλεσης συμβατών με την υποδομή του

παρόχου εφαρμογών τρίτων. Και σε αυτή την περίπτωση δεν υπάρχει η δυνατότητα πρόσβασης στην δικτυακή υποδομή, στους εξυπηρετητές, στο λειτουργικό σύστημα, στους αποθηκευτικούς χώρους της Cloud υποδομής. Εν ολίγοις, με αυτή την επιλογή ο πελάτης παραλαμβάνει ένα περιβάλλον ανάπτυξης και εκτέλεσης εφαρμογών για παράδειγμα Java Platform, Python, .NET.

- **Υποδομή ως υπηρεσία (Infrastructure as a Service, IaaS):** Η παρεχόμενη υπηρεσία στον πελάτη σε αυτή την περίπτωση είναι η δυνατότητα άμεσης πρόσβασης και διαχείρισης επεξεργαστικής ισχύς, αποθηκευτικού χώρου, δικτυακή υποδομή και άλλα βασικά στοιχεία υπολογιστικών συστημάτων. Με αυτό τον τρόπο ο πελάτης μπορεί να αναπτύξει και να εκτελέσει για παράδειγμα λειτουργικά συστήματα και εφαρμογές. Και σε αυτή την περίπτωση όμως ο πελάτης δεν έχει πρόσβαση στη φυσική μηχανή και στα συστατικά της αλλά σε πιο υψηλό επίπεδο και πιο αφαιρετικό.

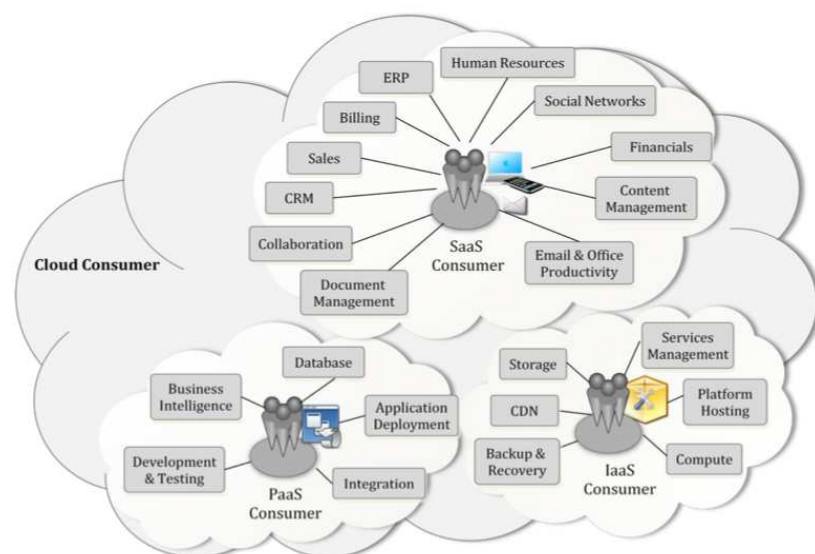


Εικόνα 6: Βασικά μοντέλα Cloud υπηρεσιών [5]

Τα τρία μοντέλα ανάπτυξης όπως στοιχειοθετούνται από το NIST αναλύονται στα επόμενα κεφάλαια.

2.4.3 Μοντέλα ανάπτυξης

- **Private Cloud.** Η Cloud υποδομή δεσμεύεται από τον πάροχο για χρήση μόνο από έναν πελάτη, ο οποίος με την σειρά του μπορεί να φιλοξενήσει στην εν λόγω υποδομή πολλές επιχειρηματικές μονάδες (SMEs). Η υποδομή μπορεί να ανήκει και να διαχειρίζεται από έναν οργανισμό και μπορεί να βρίσκεται εντός του χώρου του πελάτη ή εντός του χώρου του παρόχου.
- **Community Cloud.** Η Cloud υποδομή προσφέρεται για αποκλειστική χρήση σε μια συγκεκριμένη κοινότητα πελατών με κοινά ή παραπλήσια επιχειρηματικά αντικείμενα. Για παράδειγμα όταν μια κοινότητα-πλήθος επιχειρήσεων έχουν κοινή αποστολή, απαιτήσεις σε ασφάλεια, πολιτικές και κανόνες συμμόρφωσης. Η υποδομή μπορεί να βρίσκεται εντός του χώρου του πελάτη ή εντός του χώρου του παρόχου.
- **Public Cloud.** Η Cloud υποδομή είναι διαθέσιμη για μίσθωση και χρήση από το ευρύ κοινό. Οι πελάτες του μπορεί να είναι επιχειρήσεις, πανεπιστήμια, κυβερνητικοί οργανισμοί. Η εν λόγω υποδομή βρίσκεται πάντα στον χώρο του παρόχου.
- **Hybrid Cloud.** Η υποδομή είναι μία σύνθεση από δύο ή περισσότερες Cloud υποδομές (οντότητες) που ανήκουν σε διαφορετικά μοντέλα ανάπτυξης για παράδειγμα private, community ή public. Η σύνθεση των πολλών αυτών υποδομών γίνεται σύμφωνα με ειδικά πρότυπα (standards) και επιτρέπουν την φορητότητα, για παράδειγμα την λειτουργία εξισορρόπησης φόρτου ανάμεσα σε δύο Cloud υποδομές ή διαχωρισμού των προσφερόμενων υπηρεσιών σε διαφορετικές εγκαταστάσεις.



Εικόνα 7: Συνήθεις παρεχόμενες υπηρεσίες στο Cloud [6]

Στην συγκεκριμένη εργασία προτείνονται και αναλύονται λύσεις που αφορούν το υβριδικό (Hybrid) μοντέλο και το Δημόσιο (Public) μοντέλο ανάπτυξης σε αντιδιαστολή με την παραδοσιακή εγκατάσταση ενός datacenter.

3

Service Level Agreement - SLA

3.1 Γενικά

Στην λειτουργία των επιχειρήσεων η χρήση συμφωνητικών – συμβολαίων στην παροχή υπηρεσίας και πώλησης προϊόντων είναι ευρέως διαδεδομένη και σεβαστή.

Το συμβόλαιο διασφάλισης παρεχόμενων υπηρεσιών (SLA) πρωτοεμφανίστηκε στα τέλη της δεκαετίας του 1980 και χρησιμοποιήθηκε κυρίως κατά την συμφωνία μίσθωσης κυκλωμάτων επικοινωνίας. Με την πάροδο των ετών η αύξηση των απαιτήσεων των πελατών από τους παρόχους, η ανάγκη για έλεγχο νεοεμφανιζόμενων υπηρεσιών και οι σχετικές έρευνες της επιστημονικής κοινότητας έδωσαν ώθηση στην βελτίωση και καθιέρωση του SLA [72], [73].

Το SLA υιοθετήθηκε το 2011 από το διεθνές πρότυπο διαχείρισης υπηρεσιών πληροφορικής, ISO 20000-1:2011 (International Organization for Standardization, ISO), το οποίο δημιουργήθηκε το 2005 από την Joint Technical Committee (ISO/IEC JTC 1/SC 7) και τροποποιήθηκε το 2011 [74]. Το ISO 20000-1:2011 δεν ορίζει συγκεκριμένες διαδικασίες για τον σχεδιασμό των υπηρεσιών αλλά ορίζει απαραίτητες προϋποθέσεις-απαιτήσεις για να πιστοποιηθεί κάποιο σύστημα με ISO 20000. Παράλληλα το SLA είναι βασικό συστατικό του οδηγού EU Cloud Contracts του φορέα EuroCloud που ως στόχο του έχει την προώθηση του Cloud ως λύση στις ευρωπαϊκές επιχειρήσεις και ταυτόχρονα έχει ενεργό ρόλο στον σχεδιασμό διαδικασιών και προτύπων σχετικών με αυτό.

- Στην επιλογή του κατάλληλου Cloud παρόχου ένα από τα σημαντικότερα κριτήρια επιλογής, σύμφωνα με την βιβλιογραφία, είναι οι όροι του SLA και κατά πόσο αυτοί καλύπτουν τις απαιτήσεις των επιχειρήσεων [75]. Συγκεκριμένα, τα κριτήρια του SLA πρέπει να έχουν άμεση σύνδεση με τους πραγματικούς επιχειρησιακούς στόχους της επιχείρησης γιατί σε διαφορετική περίπτωση ο πελάτης (επιχείρηση) μπορεί να πληρώνει για κάτι που δεν

χρειάζεται και στην χειρότερη περίπτωση, να μην έχει τις απαραίτητες υπηρεσίες ή πόρους για την ικανοποίηση των πελατών του [76]. Στην εικόνα 8 παρουσιάζεται η σύνδεση που υπάρχει μεταξύ των επιχειρηματικών στόχων και των χαρακτηριστικών ποιότητας παρεχόμενων υπηρεσιών (Διαθεσιμότητα, Επεκτασιμότητα, Αξιοπιστία, Απόδοση, κ.λ.π.). Η στενή αυτή σχέση των παρεχόμενων χαρακτηριστικών ποιότητας με τους στόχους της ΜμΕ είναι ένα από τα σημαντικά χαρακτηριστικά για τα οποία, σε επόμενο κεφάλαιο προτείνεται η χρήση του πρωταρχικού κανόνα επιλογής ή λήψης απόφασης στο βασικό ερώτημα: "μεταφορά στο σύννεφο ή εσωτερική εγκατάσταση".



Εικόνα 8: Η σύνδεση του SLA με τους στόχους της επιχείρησης

Ωστόσο λόγω της αδιαφάνειας στο σύστημα του παρόχου, οι όροι του SLA είναι εγγυήσεις απόδοσης των προσφερόμενων υπηρεσιών.

Η ποσόστωση που αναφέρουν τα SLAs υπολογίζεται συνήθως από τον παρακάτω τύπο:

$$\frac{(TotalTime - DownTime)}{TotalTime} \times 100$$

Όπου:

- TotalTime: Συνολικός χρόνος (σε λεπτά)
- DownTime: Χρόνος που το σύστημα δεν λειτουργεί (σε λεπτά)

Οι ΜμΕ από την άλλη και ειδικά οι μικρές σε μέγεθος και πλήθος απασχολούμενου προσωπικού, δεν έχουν τους πόρους που απαιτούνται αναφορικά με την ορθή επιλογή και παρακολούθηση του SLA και την λήψη νομικής προστασίας, ικανής να αντιμετωπίσει προβλήματα που μπορεί να ανακύψουν αν παραβιαστεί κάποιος όρος του από τον πάροχο. Συνάμα, ο πάροχος είναι μια πολύ μεγάλη

επιχείρηση και συνήθως απρόσωπη στην αντιπροσώπευση και στην επικοινωνία. Με δεδομένο ότι οι περισσότερες ΜμΕ στηρίζονται παραδοσιακά στην διαπροσωπική, άμεση σχέση εμπιστοσύνης με τις άλλες εταιρίες είτε πρόκειται για πελάτες είτε για προμηθευτές, η συνεργασία και η επικοινωνία με έναν μεγάλο πάροχο τόσο νέας τεχνολογίας, ο οποίος θα διαχειρίζεται τα δεδομένα τους, πολλές φορές φαντάζει τρομακτικό. Η μεγάλη επίπτωση προκύπτει στον τομέα της εμπιστοσύνης και στην ενίσχυση και εδραίωση αυτής.

3.2 Ανάλυση του SLA των παρόχων

Πρόσφατες έρευνες και αναλύσεις του SLA των μεγαλύτερων και γνωστότερων παρόχων αναδεικνύουν το πρόβλημα και την αδυναμία που υπάρχει στην ενίσχυση της πίστης-εμπιστοσύνης του Cloud [34], [31]. Το συγκεκριμένο συμπέρασμα προκύπτει από την ανάλυση των όρων.

Τα SLAs όλων των παρόχων αναφέρουν και εγγυώνται την διαθεσιμότητα του συστήματος σε ένα ποσοστό [32]. Άλλοι πάροχοι εγγυώνται επιπλέον χαρακτηριστικά όπως για παράδειγμα ασφάλεια στο δίκτυο, χωρίς όμως να αναφέρουν τον τρόπο με τον οποίο θα μετράται και θα παρακολουθείτε αυτό το χαρακτηριστικό.

Αναλυτικότερα, αποτέλεσμα πρόσφατης έρευνας σε περίπου τριάντα (30) Cloud παρόχους, διακρίνει τα χαρακτηριστικά που αναφέρονται καθώς και την συχνότητα εμφάνισης του κάθε ενός. Τα χαρακτηριστικά παρουσιάζονται στον πιο κάτω πίνακα κατηγοριοποιημένα ανάλογα το μοντέλο παρεχόμενων υπηρεσιών.

Αναφορικά με την ανάλυση των κριτηρίων που αναφέρονται στα SLAs, παρουσιάζεται η παρακάτω εικόνα. Σε αυτή, παρατηρείται η διαφοροποίηση που υπάρχει και οι αδυναμίες κάλυψης σοβαρών παραμέτρων όπως η ασφάλεια, ανάνηψη από καταστροφή (disaster recovery), αντιγράφων ασφαλείας και συμμόρφωση με διεθνή πρότυπα στους περισσότερους. Προσπάθειες προτυποποίησης των SLAs γίνονται και από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή-Ένωση [77].

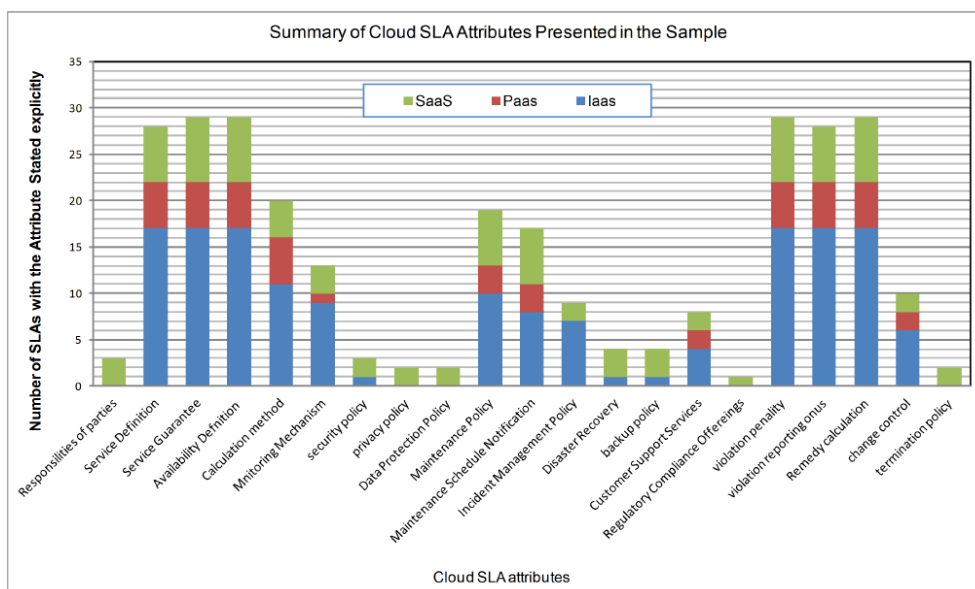
Εξίσου σημαντικό στοιχείο που πρέπει να αναφερθεί μετά την μελέτη των παραπάνω κριτηρίων είναι και η αναφορά στην νομική υπόσταση αυτών, δηλαδή αν τα αναφερόμενα κριτήρια έχουν νομική βάση και σύμφωνα με ποιο νομοθετικό-κανονιστικό πλαίσιο καθώς και η δυνατότητα αλλαγής κάποιων όρων του SLA μετά από συμφωνία πελάτη – παρόχου [34].

SaaS	PaaS	IaaS
Συνυπευθυνότητα συμβαλλόμενων		
Ορισμός των υπηρεσιών	Ορισμός των υπηρεσιών	Ορισμός των υπηρεσιών
Εγγύηση υπηρεσιών	Εγγύηση υπηρεσιών	Εγγύηση υπηρεσιών
Ορισμός διαθεσιμότητας	Ορισμός διαθεσιμότητας	Ορισμός διαθεσιμότητας
Μέθοδος υπολογισμού	Μέθοδος υπολογισμού	Μέθοδος υπολογισμού
Μηχανισμός παρακολούθησης	Μηχανισμός παρακολούθησης	Μηχανισμός παρακολούθησης
Πολιτική ασφάλειας		Πολιτικές ασφάλειας
Πολιτική απορρήτου		
Πολιτική προστασίας δεδομένων		
Πολιτική συντήρησης	Πολιτική συντήρησης	Πολιτική συντήρησης
Πολιτική κοινοποίησης προγράμματος συντήρησης	Πολιτική κοινοποίησης προγράμματος συντήρησης	Πολιτική κοινοποίησης προγράμματος συντήρησης
Πολιτική διαχείρισης περιστατικού		Πολιτική διαχείρισης περιστατικού
Ανάνηψη από καταστροφή		Ανάνηψη από καταστροφή
Πολιτική αντιγράφων ασφαλείας		Πολιτική αντιγράφων ασφαλείας
Υπηρεσίες υποστήριξης πελατών	Υπηρεσίες υποστήριξης πελατών	Υπηρεσίες υποστήριξης πελατών
Συμμόρφωση με διεθνή πρότυπα		
Ποινές παραβίασης SLA	Ποινές παραβίασης SLA	Ποινές παραβίασης SLA
Υπολογισμός αποζημίωσης	Υπολογισμός αποζημίωσης	Υπολογισμός αποζημίωσης
Έλεγχος τροποποιήσεων – αλλαγών	Έλεγχος τροποποιήσεων – αλλαγών	Έλεγχος τροποποιήσεων – αλλαγών
Πολιτική τερματισμού χρήσης		

Πίνακας 2: Χαρακτηριστικά των SLAs

Στον αντίποδα, μεγάλη έμφαση δίνεται από όλους τους παρόχους στην διαθεσιμότητα της υπηρεσίας και στις ποινές που επισύρονται από την παραβίαση κάποιων κριτηρίων του SLA.

Υψηλή σημαντικότητα έχει και η αποτύπωση των κριτηρίων σε ένα SLA. Η αποτύπωση για παράδειγμα της διαθεσιμότητας ως ποσοστό (99,9%) είναι δυσνόητο από τα διοικητικά στελέχη των ΜμΕ και ακόμη και αν εκφραστεί σε λεπτά της ώρας είναι πολλοί αυτοί που θα αναζητήσουν το επίπεδο της κρισιμότητας αυτού του χρόνου για την λειτουργία της επιχείρησής τους [34], [78].



Εικόνα 9: Χαρακτηριστικά των SLAs

Τελικά, η επιλογή του κατάλληλου παρόχου και η αποδοχή του SLA που ταυτίζεται το δυνατόν σε μεγαλύτερο βαθμό με τους επιχειρηματικούς στόχους και το όραμα της επιχείρησης είναι η ενδεδειγμένη επιλογή και εμπεριέχει το μικρότερο ρίσκο [76].

3.3 Περίπτωση χρήσης, ΜμΕ στο Cloud.

Στο παράδειγμα που ακολουθεί [πίνακας 3] γίνεται η ανάλυση των απαιτήσεων μιας ΜμΕ του βιομηχανικού κλάδου ενώ σύμφωνα με τις απαιτήσεις γίνεται ανάλυση του SLA του παρόχου της [79]. Παρουσιάζονται αναλυτικά οι υπηρεσίες-λειτουργίες της επιχείρησης, οι απαιτήσεις που υπάρχουν και ορίζονται αναλυτικά για κάθε μια υπηρεσία η διαθεσιμότητα κάθε μιας.

Στον πίνακα αποτυπώνεται ξεκάθαρα και η διαφορετικότητα που απαιτείται για κάθε υπηρεσία ως ποσοστό εγγυημένης διαθεσιμότητας. Η διαφοροποίηση αυτή οδηγεί και σε μεγάλη αυξομείωση του συνολικού κόστους που θα επιβαρυνθεί τελικά η ΜμΕ όπως παρουσιάζεται σε επόμενο κεφάλαιο.

Υπηρεσία	Απαίτηση	SLA
Active Directory	Είσοδος των χρηστών με διαπιστευτήρια και ανάθεση δικαιωμάτων / εργασιών	99,9 % διαθεσιμότητα της υπηρεσίας ταυτοποίησης & αυθεντικοποίησης (access, read, write, create, delete).
Automation – Scheduler	Έναρξη των αυτοματοποιημένων λειτουργιών από το σύστημα (backup, scripts)	99,9 % των υπηρεσιών θα εκκινήσουν εντός 30 λεπτών από την προκαθορισμένη ώρα έναρξης.
Backup – Restore	Πρόσβαση στα αντίγραφα ασφαλείας και επαναφορά	99,9 % διαθεσιμότητα των αντιγράφων ασφαλείας και των μηχανισμών επαναφοράς.
Cloud υπηρεσίες	Ανάπτυξη εφαρμογών .NET στο Cloud	99,95 % διαθεσιμότητα στην περίπτωση που η ανάπτυξη γίνει σε δύο τουλάχιστον διαφορετικές εγκαταστάσεις (replica).
Virtual Machines	Χρήση εικονικών μηχανών	99,95 % διαθεσιμότητα στην περίπτωση που η ανάπτυξη γίνει σε δύο τουλάχιστον διαφορετικές εγκαταστάσεις (replica).
Virtual Network	Δημιουργία Εικονικού δικτύου και διασύνδεση με το δίκτυο της επιχείρησης	99,9 % διαθεσιμότητα
Εξυπηρέτηση υπηρεσιών φορητών συσκευών (mobile services api)	Δημιουργία και χρήση εφαρμογών για φορητές συσκευές	99,9 % διαθεσιμότητα για της εκδόσεις Standard και Premium
Ταυτοποίηση – αυθεντικοποίηση με χρήση δύο βημάτων (Two Step Authentication)	Είσοδος της υπηρεσίας σε δύο βήματα	99,9 % διαθεσιμότητα
SQL Database	Πρόσβαση σε Σύστημα Διαχείρισης Βάσης Δεδομένων (ΣΔΒΜ)	99,9 % διαθεσιμότητα
Αποθηκευτικός Χώρος	Πρόσβαση στον αποθηκευτικό χώρο	99,9 % διαθεσιμότητα. Ύπαρξη πολλαπλών σημείων αποθήκευσης (γεωγραφικά).
DNS	Απόκριση των αιτημάτων DNS από τα συστήματα του παρόχου	99,99 % διαθεσιμότητα.
Ιστοσελίδα	Πρόσβαση στην ιστοσελίδα της επιχείρησης που φιλοξενείται στο Cloud	99,95 % διαθεσιμότητα
E-mail – Λογισμικό Γραφείου	Πρόσβαση στην ηλεκτρονική αλληλογραφία, λογισμικό γραφείου (Word, Excel, κλπ)	99,9 % διαθεσιμότητα

Πίνακας 3: Ανάλυση των SLAs

4

Βασικά Κριτήρια Απόφασης

4.1 Γενικά

Η σχεδίαση, διοίκηση και διαχείριση της μετάβασης στο Cloud πρέπει να γίνεται προσεκτικά καθώς και η ανάλυση και σύνδεση της με γενικότερους οικονομικούς και επιχειρησιακούς στόχους. Γενικότερα, το όλο εγχείρημα θα πρέπει να αντιμετωπίζεται ως διοίκηση ενός έργου (project management) με κανόνες και περιορισμούς που ορίζονται από την αντίστοιχη θεωρία.

Η στρατηγική της υιοθέτησης πληροφοριακών και επικοινωνιακών τεχνολογιών από τις ΜμΕ και ειδικά νέων όπως το Cloud, φαντάζει ως ιδανική λύση, μιας και μπορεί να προσφέρει υψηλή απόδοση, δυναμική ανάθεση πόρων και εξαιρετικά χαμηλό αρχικό κόστος δημιουργίας της απαραίτητης υποδομής χρησιμοποιώντας το μοντέλο πληρωμής ανάλογα με την χρήση (pay-per-use) [80], [159], [20].

Οι συνηθέστεροι παράγοντες που επηρεάζουν τα στελέχη των επιχειρήσεων στη λήψη απόφασης για την μετάβαση στο Cloud είναι η απόδοση, το κόστος κτήσης, η ασφάλεια, η αξιοπιστία, η πολυπλοκότητα, η συμβατότητα, η δυνατότητα – ευκολία πραγματοποίησης δοκιμής, το λειτουργικό κόστος, η ευκολία υλοποίησης [160], [165], [18], [40], [17], [21], [81], [41], [42], [43].

Στην περίπτωση της μελέτης όλων των παραγόντων από την αρχή, μιας ΜμΕ, το αποτέλεσμα και η διαδικασία διαφαίνεται πολύπλοκη και δύσκολα τα στελέχη των ΜμΕ θα καταλήξουν στη λήψη απόφασης. Για αυτό τον λόγο στην συγκεκριμένη εργασία ομαδοποιήθηκαν και διακρίθηκαν τα τρία αρχικά κύρια κριτήρια απόφασης και φυσικά πιο ουσιώδη. Με δεδομένο ότι η τελική απόφαση της μετάβασης στο Cloud πρέπει να ερευνηθεί εξονυχιστικά και με την βοήθεια ειδικών συμβούλων, η μέθοδος των τριών κριτηρίων δίνει την πρώτη εντύπωση και κατευθύνει αντίστοιχα.

Ως σημαντική παρατήρηση, θα πρέπει να αναφερθεί ότι το μέγεθος της κάθε ΜμΕ αποτελεί σημαντικό παράγοντα επιλογής ή όχι του Cloud. Συγκεκριμένα, οι μικρές επιχειρήσεις έχουν μικρότερες πιθανότητες να επιλέξουν καινούργιες τεχνολογίες αν η επιλογή αυτή εμπεριέχει υψηλό κόστος και υψηλό ρίσκο. Αντίθετα, πιο εύκολη θα είναι η απόφαση σε μια εταιρία που ξεκινάει σήμερα την δραστηριότητα της (start-up).

4.2 Κριτήρια επιλογής

Τα βασικά κριτήρια που υποδεικνύουν την πρώτη εκτίμηση για την μετάβαση ή όχι στο Cloud είναι το **κόστος**, η **ασφάλεια** και η **απόδοση** και εφαρμόζονται για δύο εναλλακτικά σενάρια. Ένα σενάριο για εσωτερική εγκατάσταση και ένα για την χρήση υπηρεσιών και υποδομής στο Cloud.

> Κόστος

Το κόστος κτήσης ή λειτουργίας της υποδομής, του λογισμικού και των διαφόρων πληροφοριακών συστημάτων που θα υποστηρίξουν την ΜμΕ.

> Ασφάλεια

Η ασφάλεια των δεδομένων, του λογισμικού καθώς και της πληροφοριακής υποδομής.

> Απόδοση

Η αποδοτικότητα των πληροφοριακών συστημάτων και του λογισμικού που θα υποστηρίξουν την επιχείρηση.

Πέραν όμως των βασικών κριτηρίων, στην βιβλιογραφία αλλά και σε πραγματικές περιπτώσεις αναφέρονται και άλλοι παράγοντες (factors) που επηρεάζουν την απόφαση της μετάβασης στο Cloud που όμως κατά την περαιτέρω ανάλυση τους εμπίπτουν σε ένα από τα τρία παραπάνω βασικά κριτήρια που προαναφέρθηκαν.

4.2.1 Κόστος

Στην περίπτωση της δημιουργίας datacenter εντός της επιχείρησης (on-premise) το κόστος κτήσης του εξοπλισμού, του λογισμικού και το κόστος διαχείρισης και λειτουργίας ενός datacenter είναι εξαρτημένο απόλυτα από το μέγεθος της επιχείρησης, τις εφαρμογές που εκτελούνται σε αυτό και τους χρήστες που αναμένεται να το χρησιμοποιήσουν. Παράλληλα υπάρχει η σύνδεση των επιχειρηματικών στόχων – στρατηγικών που αφορούν την ανάπτυξη της και την είσοδο νέων χρηστών κατά την αρχική πρόβλεψη για την δημιουργία του datacenter. Επιβαρυντικοί παράγοντες στο κόστος είναι και η δέσμευση και δημιουργία ειδικού χώρου που θα φιλοξενήσει την υποδομή καθώς και οι πιθανές διατάξεις ασφάλειας που πρέπει να προβλεφθούν όπως σύστημα ασφάλειας, ελεγχόμενη πρόσβαση, κλιματισμού, αδιάλειπτης παροχής ενέργειας.

Σημαντική επίπτωση σε μία εσωτερική εγκατάσταση είναι και οι βλάβες και δυσλειτουργίες του εξοπλισμού και του λογισμικού που έχουν άμεση συνέπεια την εμφάνιση χρόνου εκτός λειτουργίας των συστημάτων (down-time) και την απώλεια εσόδων (διαφυγόντα κέρδη) που μπορεί να φτάνουν τις 35.000€/ώρα (£27.000) στις ΜμΕ σύμφωνα με έρευνα της Gartner. Συγκεκριμένα σε datacenters που έχουν δημιουργηθεί και λειτουργούν για μεγάλο χρονικό διάστημα, ειδικά αν ο χρόνος αυτός υπερβαίνει το χρονικό όριο υποστήριξης από τον κατασκευαστή (διάρκεια καλής λειτουργίας - εγγύησης), τότε εμφανίζουν υψηλό ποσοστό εμφάνισης βλαβών με αποτέλεσμα μεγάλο down-time και τα διαφυγόντα κέρδη είναι αρκετά υψηλά [82].

Στην περίπτωση των νέων επιχειρήσεων που πρόκειται να ξεκινήσουν την δραστηριότητα τους σήμερα, η έλλειψη κεφαλαίων από τους ιδιοκτήτες και η αδυναμία χρηματοδότησης από τα τραπεζικά ιδρύματα προδιαγράφει την επιλογή του Cloud ως την επικρατέστερη λύση [22].

Στο Cloud ως κόστος χρήσης/κτήσης ορίζεται το χρηματικό αντίτιμο που απαιτείται για την μίσθωση των υπηρεσιών από τον πάροχο καθώς και το κόστος χρήσης των εφαρμογών που επιθυμεί η ΜμΕ να υιοθετήσει έχοντας ως μεγάλο πλεονέκτημα την πρόσβαση σε υψηλής τεχνολογίας και απόδοσης υλικοτεχνική υποδομή [18], [24].

Σύμφωνα με έρευνα που πραγματοποιήθηκε για λογαριασμό της Ευρωπαϊκής Επιτροπής (European Commission) το όφελος λόγω της μείωσης του κόστους από την χρήση του Cloud Computing ανέρχεται σε 10-20% [83].

Η κοστολογική ανάλυση που ακολουθεί σε επόμενο κεφάλαιο αποδεικνύει ότι το κόστος μιας καθολικής εγκατάστασης ενός datacenter εντός της επιχείρησης όπως αναμένεται είναι αρχικά υπερβολικά υψηλότερο από την αντίστοιχη υλοποίηση στο Cloud λόγω του αρχικού κεφαλαίου επένδυσης CAPEX [84].

Αντίθετα, αν παραλληλιστεί η μετάβαση στο Cloud, ως έννοια γενικότερα, με το outsourcing υπηρεσιών σε εξωτερικούς προμηθευτές από τις ΜμΕ, σύμφωνα με

έρευνες και μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί, το κόστος στο outsourcing ενδέχεται να είναι υψηλότερο από ότι στην εσωτερική εγκατάσταση με την πάροδο του χρόνου [85], [86].

Συμπερασματικά, αποδεικνύεται βάσει των παραπάνω και ισχυροποιεί την άποψη, ότι το κόστος επιλέχθηκε ως βασικό κριτήριο λόγω της υψηλής προτεραιότητας που δίνεται και της μεγάλης βαρύτητας από τις επιχειρήσεις. Είναι δηλαδή ο πρωταρχικός επιχειρηματικός στόχος των ΜμΕ ειδικά κάτω από την πίεση που ασκεί η οικονομική κρίση της εποχής.

4.2.2 Ασφάλεια

Η έννοια της ασφάλειας των πληροφοριακών συστημάτων περιλαμβάνει τους τρεις βασικούς τομείς, την εμπιστευτικότητα, ακεραιότητα και διαθεσιμότητα. Στα ζητήματα που αφορούν την ασφάλεια στα περιβάλλοντα Cloud Computing υπάρχει μεγάλη ανησυχία στην ερευνητική και επιχειρηματική κοινότητα.[22], [18], [163], [164], [166], [19], [33], [34], [41], [39], [37], [87], [88]. Σύμφωνα με την βιβλιογραφία η διαχείριση της ασφάλειας των Cloud συστημάτων είναι το πλέον δύσκολο αντικείμενο μιας και οι υπόλοιπες διαχειριστικές διαδικασίες έχουν απλοποιηθεί και ως επί των πλείστων έχουν αυτοματοποιηθεί. Αξίζει να επισημανθεί ότι ανάλογα με το μοντέλο παρεχόμενης υπηρεσίας Cloud είναι διαφορετικά και τα προβλήματα ασφάλειας που εμφανίζονται [38], [39].

Με δεδομένο ότι οι εφαρμογές και τα δεδομένα των ΜμΕ φιλοξενούνται από τους παρόχους, τα συστήματα των οποίων είναι εκτεθειμένα σε μη εξουσιοδοτημένους χρήστες, η ασφάλεια και γενικότερα η διαχείριση της ασφάλειας σε Cloud περιβάλλοντα πρέπει να είναι η πρώτη προτεραιότητα των ειδικών [163], [164]. Η ασφάλεια, λειτουργεί επίσης ανασταλτικά στην μετάβαση στο Cloud και ειδικότερα η έλλειψη εμπιστοσύνης (trust) που διακατέχει τις ΜμΕ αναφορικά με το Cloud [167], [17], [165], [166].

Ένας ανασταλτικός παράγοντας στο ζήτημα της ενίσχυσης της εμπιστοσύνης των ΜμΕ στο Cloud είναι και το γεγονός ότι ο Δημόσιος τομέας στην Ελλάδα δεν έχει προχωρήσει στην υιοθέτηση του Cloud μέχρι σήμερα [65].

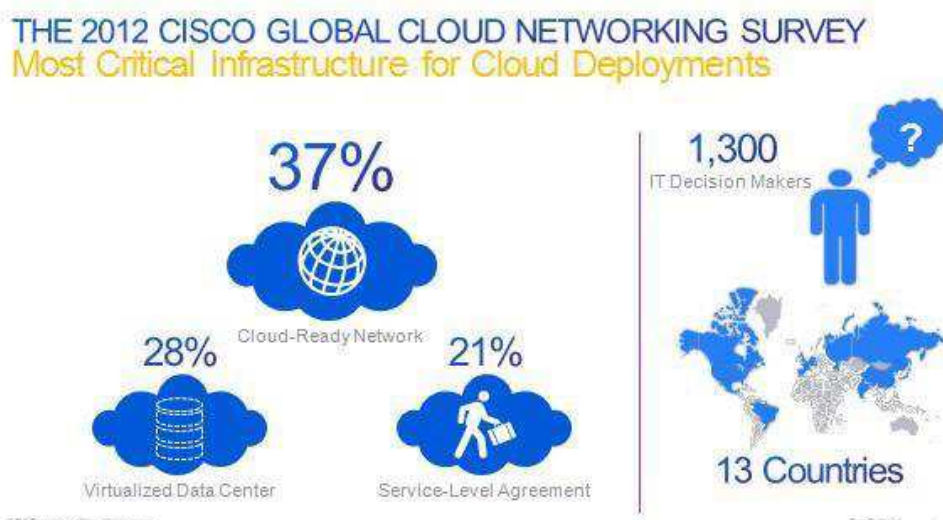
Σημαντική έρευνα απέδειξε ότι μόλις ένα ποσοστό περίπου 16% από τις 975.000 ΜμΕ που υπάρχουν στην Γερμανία έχουν κάνει την μετάβαση και χρησιμοποιούν το Cloud. Παράγοντες που έχουν να κάνουν με την ασφάλεια, την εμπιστοσύνη και την αβεβαιότητα του μελλοντικού τεχνολογικού γίνεσθαι περιορίζουν την επιλογή του Cloud από τις υπόλοιπες [166]. Φυσικά, στις Γερμανικές σε αντίθεση με τις Ελληνικές

ΜμΕ, δεν υπάρχουν οι ίδιες πιέσεις για περιορισμό του κόστους λειτουργίας των datacenters, ή, δίνεται βαρύτητα σε άλλους επιχειρηματικούς στόχους, όμως η απουσία αίσθησης της ασφάλειας είναι η σημαντικότερη εκ των παραγόντων και είναι αυτή που τελικά επηρεάζει την επιλογή. Σε άλλη έρευνα, σε ΜμΕ στην Γερμανία, παρουσιάζεται αύξηση στα ποσοστά αυτών που επιθυμούν το Cloud από 28% το 2011, στο 35% το 2012, αλλά παρουσιάζεται εξίσου αύξηση αυτών που δεν επιθυμούν να υιοθετήσουν το Cloud από 38% το 2011, στο 44% το 2012 [17].

Το 2013 πραγματοποιήθηκε έρευνα από την Internap - ενός από τους μεγαλύτερους παρόχους Cloud υπηρεσιών στις ΗΠΑ - με δείγμα 234 ειδικών του κλάδου της Πληροφορικής στις Η.Π.Α.. Το 50% αυτών προέρχονταν από ΜμΕ και ανέδειξαν την ασφάλεια ως πρωταρχικό λόγο απόρριψης του Cloud [16]. Ενώ σε έρευνες που πραγματοποιήθηκαν στο Ηνωμένο Βασίλειο έδειξαν ότι η μεγαλύτερη ανησυχία ως προς την πιθανή μετάβαση στο Cloud είναι η ασφάλεια και η πιθανότητα αποκλεισμού τους από τα δεδομένα τους, ειδικά σε μοντέλα SaaS [22].

Στην τελευταία στατιστική αναφορά της, η σχετική με την ασφάλεια στο Cloud εταιρία Alert Logic που δραστηριοποιείται ως πάροχος υπηρεσιών Ασφάλειας κατά Απαίτηση (Security as a Service, SECaaS) στις Η.Π.Α., παρουσίασε το 44% των 2200 πελατών της με συστήματα Cloud να δέχτηκαν επιθέσεις [89].

Στον αντίποδα, σε έρευνα της εταιρίας CISCO το 2012 με το ερώτημα «Ποια είναι η πιο κρίσιμη υποδομή για την ανάπτυξη του Cloud Computing», απάντησαν 1300 ειδικοί από 13 διαφορετικές χώρες και ανέδειξαν το δίκτυο και την αδυναμία διαθεσιμότητας των δεδομένων ως την πιο κρίσιμη [8]. Τον Σεπτέμβριο του 2015, μετά από συντονισμένη ηλεκτρονική επίθεση σε δρομολογητές (routers) της εταιρίας Cisco ένα μεγάλο πλήθος επιχειρήσεων και κυβερνητικών οργανισμών να αντιμετωπίσουν προβλήματα συνδεσιμότητας-προσβασιμότητας [7].



Εικόνα 10: Κρίσιμες υποδομές στο Cloud [8]

Σύμφωνα επίσης με την Cisco οι συνηθέστερα χρησιμοποιούμενες εφαρμογές των ΜμΕ στην περίπτωση που μεταφερθούν στο Cloud, δεν απαιτούν υψηλής ταχύτητας συνδέσεις με το διαδίκτυο και έχουν ανοχή στις καθυστερήσεις στο δίκτυο [90]. Σχετικός πίνακας απαιτήσεων παρατίθεται παρακάτω:

Εφαρμογή	Download	Upload	Latency
Email	Χαμηλή	Χαμηλή	Μέτρια
VoIP	Χαμηλή	Χαμηλή	Μέτρια
ERP/CRM	Μέτρια	Χαμηλή	Μέτρια
Εφαρμογές γραφείου	Μέτρια	Μέτρια	Χαμηλή
Διαχείριση στόλου οχημάτων	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή

Πίνακας 4: Απαιτήσεις εφαρμογών

Η Υπηρεσία Αντιμετώπισης Περιστατικών Ασφαλείας των Η.Π.Α (United States Computer Emergency Readiness Team, US-CERT) σε μελέτη που δημοσίευσε σχετικά με τους κινδύνους που θα αντιμετωπίσουν οι χρήστες επαγγελματικών εφαρμογών στο Cloud αναδεικνύει θέματα όπως την απουσία ολοκληρωτικού ελέγχου στην υποδομή του παρόχου, την πιθανότητα της αδυναμίας αλλαγής παρόχου, το γεγονός ότι τα δεδομένα σας θα προστατεύονται από άλλους (πάροχοι Cloud) ως τα κρισιμότερα.

Εξίσου σημαντικό πρόβλημα όμως είναι και το ενδεχόμενο τα δεδομένα να παραμείνουν κλειδωμένα σε περίπτωση εγκληματικής ενέργειας και έπειτα από κρατική εντολή διενέργειας έρευνας [34]. Ένα από τα πλεονεκτήματα του Cloud, η μεγάλη προσαρμοστικότητα του στις απαιτήσεις του πελάτη, η συνεχής δέσμευση και αποδέσμευση πόρων δηλαδή, σε περίπτωση εμφάνισης περιστατικού ασφάλειας λειτουργεί ως μειονέκτημα. Η δυναμικότητα αυτή μπορεί να εξαφανίσει τα ηλεκτρονικά ίχνη που αναζητούν οι αρμόδιες διωκτικές αρχές σε περίπτωση ηλεκτρονικής κακόβουλης ενέργειας. Συγκεκριμένα περιστατικά υπήρξαν στο παρελθόν με χαρακτηριστικότερο αυτό της εταιρίας Megaupload, όπου όλοι οι πελάτες της απώλεσαν την δυνατότητα πρόσβασης στα δεδομένα τους για μεγάλο χρονικό διάστημα.

Γενικότερα, η ασφάλεια, με την ευρύτερη έννοια της, όπως παρατηρείται από πλήθος ερευνών και μελετών, είναι ο βασικότερος λόγος που το Cloud αν και δημοφιλές στις ΜμΕ, δεν έχει την αντίστοιχη αποδοχή και ο βασικότερος παράγοντας που επηρεάζει την επιλογή των εφαρμογών που θα μεταφέρει μια επιχείρηση στο Cloud [160], [91]. Στην έρευνα των Hashizume et al [38] γίνεται ανάλυση των προβλημάτων ασφάλειας και παρουσιάζονται πολλά συγγράμματα που αναφέρουν ευπάθειες, απειλές, μηχανισμούς αντιμετώπισης, τα πρότυπα ασφάλειας, τα προβλήματα εμπιστοσύνης στο Cloud, την ασφάλεια των δεδομένων, τις απαιτήσεις ασφάλειας. Συνοπτικά, όπως περιγράφουν, ο αποθηκευτικός χώρος, το Virtualization και το δίκτυο του Cloud παρόχου είναι τα τρία πιο σημαντικά θέματα ασφάλειας για τους ερευνητές.

Σημαντική παράμετρος κατά την επιλογή του παρόχου Cloud είναι το πόσο ασφαλή είναι τα συστήματα του ή καλύτερα, πόση σημασία δίνει ο πάροχος στα θέματα ασφάλειας [84]. Η απόκτηση πιστοποιητικών από διεθνείς οργανισμούς σχετικούς με την ασφάλεια πληροφοριακών συστημάτων είναι σημαντικό προσόν για έναν πάροχο και ενισχύει την πίστη των πελατών τους προς αυτούς [1].

Σύμφωνα με τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Ασφάλειας Πληροφοριακών Συστημάτων (European Network and Information Security Agency, ENISA) τα πιστοποιητικά ασφάλειας τα οποία δημιουργήθηκαν υπό την αιγίδα του European Cloud Strategy, ή εγκρίθηκαν από αυτή, για το Cloud Computing είναι τα παρακάτω (σε τυχαία σειρά) [92]:

Όπως μπορεί να παρατηρηθεί από τον πίνακα, τα περισσότερα πρότυπα εστιάζουν στις διαδικασίες, στον έλεγχο και στην ασφάλεια και απουσιάζουν πρότυπα για την διαλειτουργικότητα των συστημάτων των παρόχων, με σκοπό την μεταφορά και φορητότητα των δεδομένων και συστημάτων από τον ένα πάροχο στον άλλο και στόχο την εξάλειψη του φαινομένου data lock-in. Με την ύπαρξη ενός τέτοιου προτύπου και πιστοποιητικού τα στελέχη των ΜμΕ θα μπορούν εύκολα να διαπιστώσουν ποιων παρόχων τα συστήματα είναι συμβατά με τις απαιτήσεις τους και θα μπορούν να τους συγκρίνουν, ενώ ταυτόχρονα θα ενισχυθεί το αίσθημα ασφάλειας και εμπιστοσύνης.

Τα στελέχη των ΜμΕ, ακόμη και αυτοί που ασχολούνται με τα θέματα της τεχνολογίας, δεν κατανοούν τι αφορά το κάθε πρότυπο και πιστοποιητικό και πολύ περισσότερο να κρίνουν έναν πάροχο από αυτά. Για αυτό τον λόγο θα πρέπει η αναζήτηση του παρόχου και η απόφαση να γίνεται από ειδικούς του χώρου και η παραδοτέα μελέτη να είναι στοιχειοθετημένη με σαφήνεια και απλότητα. Παράλληλα, μέσω κρατικών πρωτοβουλιών θα πρέπει να διοργανωθούν σεμινάρια ή ημερίδες με σκοπό την ενημέρωση των ενδιαφερομένων σχετικά με τα πιστοποιητικά/πρότυπα.

Πιστοποιητικό	Περιγραφή
OCF Level 2 STAR Attestation 	<p>Διαχειριστικός Οργανισμός είναι ο Cloud Security Alliance (CSA). Έχει διάρκεια ενός έτους και ενισχύει το προφίλ του παρόχου σχετικά με τους εσωτερικούς ελέγχους στις υπηρεσίες. Βασίζεται στο AICPA Trust Services Principles & Criteria και συμπεριλαμβάνει 5 βασικές αρχές και 7 κριτήρια [93].</p>
Service Organization Control (SOC) 3 	<p>Διαχειριστικός Οργανισμός είναι το AICPA (American Institute of Certified Public Accountants). Ενισχύει την εμπιστοσύνη μεταξύ παρόχου και πελάτη αναφορικά με την ασφάλεια των προσφερόμενων υπηρεσιών και ελέγχων. Συγκεκριμένα εστιάζει στην διαθεσιμότητα, την ακεραιότητα των συστημάτων που χρησιμοποιούνται από τον πάροχο καθώς και την εμπιστευτικότητα και ιδιωτικότητα των πληροφοριών [94].</p>
OCF Level 1 STAR Self Assment 	<p>Διαχειριστικός Οργανισμός είναι ο Cloud Security Alliance (CSA). Βασίζεται στα διεθνή πρότυπα ISO 27001:2013, COBIT 5.0, PCI:DSS v3 και πολλά άλλα. Αφορά την ασφάλεια των συστημάτων και των προσφερόμενων υπηρεσιών. Αναμένεται ετησίως. Στόχοι σχετικοί με την ασφάλεια του συγκεκριμένου πιστοποιητικού είναι i) Ασφάλεια του datacenter, ii) Ασφάλεια δεδομένων και διαχείριση κύκλου ζωής λογισμικού, iii) Κρυπτογράφηση και διαχείριση πιστοποιητικών ασφαλείας iv) Πιστοποίηση και διαχείριση πρόσβασης v) Ασφάλεια πρόσβασης και άλλα.</p>
Service Organizational Control (SOC) 1 	<p>Διαχειριστικός Οργανισμός είναι ο AICPA (American Institute of Certified Public Accountants). Το SOC 1 δεν έχει την έννοια του πιστοποιητικού. Αποδίδεται για μια χρονική στιγμή ή για μια χρονική περίοδο για να βεβαιώσει ότι υπάρχουν και ακολουθούνται ελεγκτικοί μηχανισμοί με στόχο την εγγύηση για παράδειγμα ότι οι αυτόματες διαδικασίες επεξεργασίας και εισαγωγής δεδομένων είναι ακριβείς.</p>
OCF Level 2 STAR Certification 	<p>Διαχειριστικός Οργανισμός είναι ο Cloud Security Alliance (CSA). Βασίζεται στα διεθνή πρότυπα Cloud Controls Matrix και ISO/IEC 27001:2013. Υιοθετεί την προσέγγιση PLAN-DO-CHECK-ACT του ISO/IEC 27001:2013 δηλαδή σχεδίαση-υλοποίηση-έλεγχος-ενέργεια. Η πιστοποίηση έχει διάρκεια 3 χρόνια και μέχρι στιγμής 92 πάροχοι Cloud την έχουν λάβει. Αφορά την ασφάλεια των Cloud συστημάτων με τομείς i) Ασφάλεια του datacenter, ii) Ασφάλεια δεδομένων και διαχείριση κύκλου ζωής λογισμικού, iii) Κρυπτογράφηση και διαχείριση πιστοποιητικών ασφαλείας iv) Πιστοποίηση και διαχείριση πρόσβασης v) Ασφάλεια πρόσβασης και άλλα.</p>
Security Rating Guide 	<p>Οδηγός αξιολόγησης που βαθμολογεί την ασφάλεια των προσφερόμενων υπηρεσιών. Η χρήση του μπορεί να γίνει από τους πελάτες και από τους παρόχους και παράλληλα να συγκρίνει προσφερόμενες υπηρεσίες και παρόχους.</p>
Service Organization Control (SOC) 2 	<p>Διαχειριστικός Οργανισμός είναι ο AICPA (American Institute of Certified Public Accountants). Οι απαιτήσεις του συγκεκριμένου πιστοποιητικού αφορούν ένα σύνολο από αρχές, υπηρεσίες και κριτήρια που ενισχύουν την εμπιστοσύνη όπως i) Ασφάλεια, ii) Διαθεσιμότητα, iii) Ακεραιότητα, iv) Εμπιστευτικότητα, v) Ιδιωτικότητα, vi) Διαχείριση vi) Επικοινωνία vii) Λογική και φυσική πρόσβαση και άλλα. Το πιστοποιητικό απονέμεται για μια χρονική στιγμή ή για μια χρονική περίοδο, πάντα όμως παρελθοντική.</p>
Certified Cloud Service TUV Rheinland 	<p>Διαχειριστικός Οργανισμός είναι η εταιρία TÜEV Rheinland. Αφορά στην διαχείριση του επιπέδου προσφερόμενων υπηρεσιών του παρόχου. Ορίζει ότι τα χαρακτηριστικά και τα όρια των υπηρεσιών πρέπει να είναι καταγεγραμμένα επαρκώς και με σαφήνεια για τον πελάτη και τον πάροχο. Παράλληλα ο πάροχος πρέπει να αποδεικνύει ότι αναπτύσσει ενεργά και λειτουργεί την υποδομή του με τρόπο που να εξασφαλίζει την καλή λειτουργία και ποιότητα των προσφερόμενων υπηρεσιών. Το πιστοποιητικό έχει ισχύ 3 χρόνια. Παράλληλα ελέγχει και χαρακτηριστικά ασφαλείας της υποδομής του παρόχου.</p>
EuroCloud Star Audit 	<p>Διαχειριστικός Οργανισμός είναι ο European Cloud Security Alliance (ECSA). Βασίζεται μεταξύ άλλων στο ISO 27001, σε οδηγίες της ENISA, ITIL Library 3.0, C-SIG SLA και άλλα. Αφορά κυρίως πιστοποίηση σε θέματα ασφαλείας με ισχύ 2 χρόνια.</p>
Payment Card Industry Data Security Standard v3 	<p>Διαχειριστικός Οργανισμός είναι ο Payment Card Industry Security Standards Council (PCI SSC). Αφορά κυρίως πιστοποίηση σε θέματα ασφαλείας για επιχειρήσεις που αποθηκεύουν και διαχειρίζονται δεδομένα πιστωτικών καρτών και ηλεκτρονικών πωλήσεων. Στόχος του είναι η μείωση και εξάλειψη του ηλεκτρονικού οικονομικού εγκλήματος ορίζοντας τεχνικές και διαχειριστικές οδηγίες. Η ισχύς του πιστοποιητικού είναι ετήσια.</p>
ISO/IEC 27001 Certification 	<p>Διαχειριστικός Οργανισμός είναι ο Διεθνής Οργανισμός Προτυποποίησης (International Organization for Standardization). Η μεθοδολογία του είναι PLAN-DO-CHECK-ACT δηλαδή σχεδίαση-υλοποίηση-έλεγχος-ενέργεια. Το ISO 27001 βοηθά τις επιχειρήσεις να διατηρούν τα δεδομένα τους με ασφάλεια και να οργανώσουν την ασφάλεια αυτών με διαδικασίες. Συγκεκριμένα, παρέχει τον τρόπο και τις διαδικασίες με τις οποίες, η επιχείρηση που το υιοθετεί και πιστοποιείται από αυτό, να διαχειριστεί με ασφάλεια τα προσωπικά ή ευαίσθητα δεδομένα της.</p>

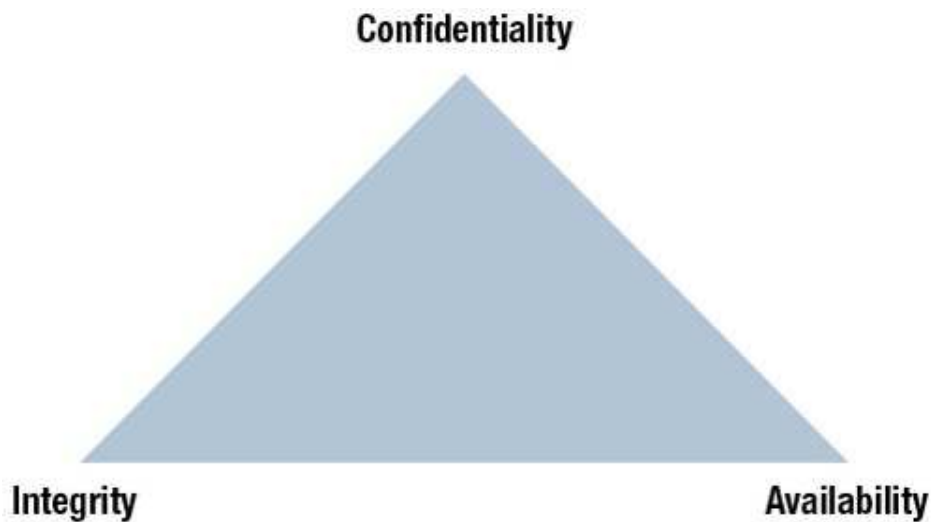
Πίνακας 5: Πιστοποιητικά ασφαλείας

4.2.2.1 Εμπιστευτικότητα (Confidentiality)

Εμπιστευτικότητα (Confidentiality), αφορά στην προστασία από αποκάλυψη δεδομένων σε μη εξουσιοδοτημένους χρήστες. Συγκεκριμένα στο Cloud οι πιθανότητες να αποκαλυφθούν σε μη εξουσιοδοτημένους χρήστες είναι μεγαλύτερες από ότι σε ένα datacenter που βρίσκεται εντός της επιχείρησης λόγω του ότι πολλοί χρήστες διαμοιράζονται τους ίδιους πόρους (μνήμη, αποθηκευτικό χώρο, δικτυακές υποδομές) [163]. Παράλληλα, από προβλήματα που διαπιστώθηκαν με την πρόσβαση μη εξουσιοδοτημένων χρηστών σε διεπαφές προγραμματισμού εφαρμογών (Application Programming Interfaces, API) η εμπιστευτικότητα και η ιδιωτικότητα (privacy) τείνουν να γίνουν οι πιο δύσκολες διαχειριστικές ανάγκες [163]. Αναφορικά με την ιδιωτικότητα των δεδομένων τα οποία αποθηκεύονται συνήθως σε άλλες Ευρωπαϊκές χώρες και ορισμένες φορές ακόμη και σε διαφορετικές ηπείρους, το ρίσκο είναι υψηλό. Αυτό τεκμαίρεται και από το γεγονός της διαφορετικής νομοθεσίας που διέπει τις Ευρωπαϊκές χώρες και πολύ περισσότερο τις χώρες εκτός Ευρωπαϊκής Ένωσης [163], [35], [164]. Το συνηθέστερο ερώτημα σε περίπτωση που υπάρξει παραβίαση της εμπιστευτικότητας και της ιδιωτικότητας είναι το ποιας χώρας το νομοθετικό πλαίσιο ισχύει, στην έδρα του πελάτη ή του παρόχου. Για παράδειγμα η Google διαθέτει datacenters στις Η.Π.Α. (9 διαφορετικά), στην Ασία (2 διαφορετικά) και στην Ευρώπη (4 διαφορετικά). Αντίστοιχα η Microsoft διαθέτει στις Η.Π.Α. (15 διαφορετικά), στην Ευρώπη (6 διαφορετικά) και στην Ασία (13 διαφορετικά). Το ερώτημα που σίγουρα πλανάται στα στελέχη των ΜμΕ είναι "τα δικά μου δεδομένα που θέλω να είναι,".

4.2.2.2 Ακεραιότητα (Integrity)

Ακεραιότητα (Integrity), αφορά στην προστασία από μη εξουσιοδοτημένη εισαγωγή, τροποποίηση, ή διαγραφή των δεδομένων. Γενικότερα, το πρόβλημα που εμφανίζεται είναι όταν στην περίπτωση προβλήματος, αλλοίωσης των δεδομένων, η συχνότερη απάντηση είναι ότι φταίει ο πάροχος, πράγμα που τελικά να μην ισχύει αλλά είναι δύσκολο να εντοπιστεί μιας και στο cloud η πρόσβαση στα δεδομένα γίνεται από πολλούς χρήστες [164]. Παράλληλα είναι δύσκολο, εάν όχι αδύνατο, για έναν πελάτη να ελέγξει τον πάροχο και να πιστοποιήσει ότι το πρόβλημα δημιουργήθηκε από χρήστη του και όχι από τα συστήματα του παρόχου.



Εικόνα 11: Οι τρεις βασικές αρχές ασφάλειας [2]

4.2.2.3 Διαθεσιμότητα (Availability)

Διαθεσιμότητα (Availability), αφορά στην προστασία από αδυναμία διάθεσης των δεδομένων προς τους εξουσιοδοτημένους χρήστες. Με δεδομένο όμως ότι το Cloud στηρίζεται στην απρόσκοπτη πρόσβαση στο διαδίκτυο και από την πλευρά του πελάτη και από την πλευρά του παρόχου η έννοια της διαθεσιμότητας είναι σχετική [164].

Συνήθως οι πάροχοι του Cloud προσφέρουν τις υπηρεσίες τους με διαθεσιμότητα μεγαλύτερη του 99,90%. Οι συγκεκριμένοι χρόνοι μεταφράζονται σε απώλειες εσόδων για τις ΜμΕ ανάλογα με το μέγεθος τους.

Διαθεσιμότητα (%)	Downtime ανά έτος
90 % (one nine)	36d 12h 34m 55.2s
99 % (two nines)	3d 15h 39m 29.5s
99.9 % (three nines)	8h 45m 57.0s
99.95 %	4h 22m 58.5s
99.99 % (four nines)	52m 35.7s
99.999 % (five nines)	5m 15.6s
99.9999 % (six nines)	31.6s

Πίνακας 6: Αντιστοιχία ποσοστού διαθεσιμότητας και χρόνου [9]

Σύμφωνα με τα στοιχεία του πίνακα [6], για αυξημένες ανάγκες υψηλής διαθεσιμότητας τότε, η ΜμΕ θα πρέπει να επιλέξει ένα SLA που προσφέρει την αντίστοιχη απόδοση συστήματος. Λόγω όμως της άμεσης σύνδεσης του ποσοστού της διαθεσιμότητας με το κόστος του Cloud, θα πρέπει η επιλογή να γίνεται πάντα υπολογίζοντας και το αντίστοιχο κόστος, για παράδειγμα, αν μια ΜμΕ έχει μεταφέρει σε Cloud πάροχο το λογισμικό πρόβλεψης προμηθειών (Forecasting) του οποίου η χρήση είναι σποραδική (ανά εβδομάδα) τότε θα πρέπει να επιλεγεί χαμηλότερο ποσοστό διαθεσιμότητας, όπως για παράδειγμα αυτό που προσφέρεται με ποσοστό 99%. Αντίστοιχα, αν αναλύεται η περίπτωση του κύριου Συστήματος Διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων (ΣΔΒΔ) της ΜμΕ, τότε η διαθεσιμότητα πρέπει να είναι υψηλή και συγκεκριμένα με ποσοστό πάνω από 99,95%. Συμπερασματικά, η επιλογή της διαθεσιμότητας πρέπει να γίνεται ανάλογα των αναγκών με όσο το δυνατόν μεγαλύτερη ανάλυση των επιμέρους συστημάτων που θα εξυπηρετηθούν.

Συμπερασματικά, η ασφάλεια γενικότερα, ως βασικό κριτήριο επιλέχθηκε λόγω της υψηλής σημαντικότητας και της βαρύτητας που δίνεται από τις επιχειρήσεις. Παράλληλα, θεωρείται πρωταρχικός επιχειρηματικός στόχος των ΜμΕ η διαφύλαξη των δεδομένων τους και τα δεδομένα των πελατών τους που στην περίπτωση παραβίασης ή απώλειας τους το αρνητικό αντίκτυπο θα είναι επιβαρυντικό σε πολλαπλούς τομείς, όπως για παράδειγμα στην εικόνα της επιχείρησης και στα οικονομικά της.

4.2.3 Απόδοση

Ο σημαντικότερος λόγος που επιλέγεται το Cloud από μια ΜμΕ είναι η πρόσβαση σε θεωρητικά άπειρη επεξεργαστική ισχύ, αποθηκευτικό χώρο, μνήμη και δικτυακή ταχύτητα [16], [22]. Αντίθετα σε ένα datacenter που βρίσκεται εντός της επιχείρησης οι πόροι του συστήματος είναι περιορισμένοι και γνωστοί από την αρχή. Στην περίπτωση όμως ανάπτυξης της επιχείρησης και εισαγωγής νέων χρηστών και νέων εφαρμογών τα όρια του συστήματος δοκιμάζονται καθημερινά και αυτό έχει ως αποτέλεσμα την μεγάλη πιθανότητα εμφάνισης βλαβών και down-time. Οι βλάβες με την σειρά τους επιβαρύνουν την επιχείρηση με κόστος λόγω της απώλειας χρημάτων, ειδικά όταν πρόκειται για datacenters που λειτουργούν πέραν του χρόνου εγγύησης καλής λειτουργίας.

Ένα σημαντικό χαρακτηριστικό που παρατηρείται κυρίως σε παραδοσιακές εγκαταστάσεις είναι το φαινόμενο της παρουσίας ξαφνικών αιχμών ή αλλιώς η ξαφνική αίτηση υψηλού ποσοστού πόρων από τα πληροφοριακά συστήματα (bursty workloads). Σε αυτή την περίπτωση η επιλογή του Cloud είναι ιδανική μιας και μπορεί

να κλιμακώσει στο «άπειρο» την παροχή των πόρων ανάλογα των απαιτήσεων σε αντίθεση με τα παραδοσιακά συστήματα που έχουν πάντα ένα ανώτατο όριο [36].

Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι στο Cloud ο χρόνος επαναφοράς μετά από βλάβη (Mean Time to Failure, MTTF) γίνεται σε λιγότερο χρόνο από ότι σε παραδοσιακές εγκαταστάσεις. Το παράδοξο αυτό συμβαίνει διότι οι βλάβες στις εγκαταστάσεις των παρόχων Cloud είναι πολύ συχνές, πιο συχνές από ότι στις παραδοσιακές εγκαταστάσεις, αλλά, λόγω του πολύ μεγάλου πλεονασμού σε υλικοτεχνική υποδομή και την πολύ καλή διαχείριση των πόρων το φαινόμενο μετριάζεται [36]. Παράλληλα αν ελέγξουμε την συνάρτηση της πιθανότητας των βλαβών στο χρόνο $P(t)$, παρατηρούμε ότι όσο το MTTF μειώνεται τόσο η πιθανότητα εμφάνισης βλάβης αυξάνεται:

$$P(t)_{failure} = 1 - e^{-kt}, \text{ όπου}$$

$$k = 1/MTTF$$

Σε απάντηση της πιθανής ερώτησης, γιατί το MTTF στο Cloud είναι μικρότερο, η απάντηση είναι ότι το συγκεκριμένο φαινόμενο μελετάται ευρέως από την επιστημονική κοινότητα και μέχρι στιγμής οι δύο επικρατέστεροι λόγοι για αυτό το φαινόμενο είναι α) στο Cloud η χρήση των πόρων είναι έντονη αλλά λόγω πλήθους περιορίζεται το φαινόμενο και β) η υλικοτεχνική υποδομή στις Cloud εγκαταστάσεις έχει ως χαρακτηριστικό κατασκευής το χαμηλό MTTF [36].

Η υψηλή απόδοση και παράλληλα ο μικρός χρόνος βλαβών (down-time) που έχει ως αποτέλεσμα την συμπίεση των οικονομικών απωλειών, ωφελούν τις ΜμΕ και αποτελούν ισχυρό κίνητρο για μετάβαση στο Cloud.

Συμπερασματικά, η απόδοση επιλέχθηκε ως τρίτο βασικό κριτήριο λόγω της υψηλής προτεραιότητας που δίνεται και της μεγάλης βαρύτητας από τις επιχειρήσεις. Η απόδοση των συστημάτων δηλαδή, θεωρείται ένας από τους πρωταρχικούς επιχειρηματικούς στόχους των ΜμΕ για να μπορέσουν να ενισχύσουν την θέση τους και να είναι ανταγωνιστικοί.

4.3 Μεθοδολογία επιλογής κριτηρίων

Στα χρόνια λειτουργίας των Cloud υπηρεσιών, υπήρξαν σοβαρά περιστατικά ασφάλειας. Συγκεκριμένα, παρατίθενται ορισμένα που αφορούν στην παραβίαση μιας ή περισσότερων εκ των τριών βασικών εννοιών (εμπιστευτικότητα, ακεραιότητα και διαθεσιμότητα).

- Το έτος 2014, σύμφωνα με αποτελέσματα έρευνας που διενήργησε η εταιρία CloudHarmony στα συστήματα πολλών παρόχων Cloud υπηρεσιών, αναφορικά με την διαθεσιμότητα των υπηρεσιών, βρέθηκαν ότι, η Cloud υπηρεσία Microsoft Azure είχε downtime 39.77 ώρες, η Rackspace 7,52 ώρες, η υπηρεσία Google Cloud Platform 4.46 ώρες και η Amazon AWS 2.41 ώρες [10] ανά έτος.
- Περί τα τέλη Αυγούστου 2014 υπήρξε παραβίαση ασφαλείας λογαριασμών επωνύμων (καλλιτεχνών) στο iCloud, Apple Cloud (SaaS), με αποτέλεσμα την δημοσιοποίηση προσωπικών αρχείων των χρηστών [11].
- Το 2011 και το 2014 η Cloud υπηρεσία της Sony (Playstation) δέχθηκε διαδικτυακή επίθεση και βγήκε εκτός λειτουργίας. Παράλληλα διέρρευσαν τα προσωπικά στοιχεία χρηστών (όνομα χρήστη, κωδικοί ασφάλειας, στοιχεία πιστωτικών καρτών) καθώς και περίπου 100 Terabytes δεδομένων όπως αρχεία και κινηματογραφικές ταινίες [12].
- Τον Ιούνιο του 2012 πάνω από δέκα (10) datacenters της Amazon και συγκεκριμένα αυτά που εξυπηρετούν τις υπηρεσίες Web Services (AWS), EC2 και EBS στις Ανατολικές Η.Π.Α. βρέθηκαν εκτός λειτουργίας λόγω ηλεκτρικής καταιγίδας για αρκετές ημέρες με αποτέλεσμα η πρόσβαση στα δεδομένα και τις υπηρεσίες αυτές από τους πελάτες να μην είναι δυνατή [95].
- Τον Ιούλιο του 2012 και τον Ιούλιο του 2013, το πρόβλημα της προσθήκης ενός δευτερολέπτου (leap second) στα ατομικά ρολόγια, με τα οποία συγχρονίζουν όλοι οι εξυπηρετές (servers) και οι δρομολογητές (routers) παγκοσμίως, δημιούργησε αναστάτωση σε μεγάλους παρόχους Cloud υπηρεσιών όπως τις εταιρίες Reddit και Amazon, σε διαδικτυακές υπηρεσίες κοινωνικής δικτύωσης όπως το Facebook, LinkedIn, αλλά και αεροπορικές εταιρίες όπως η Qantas και η Virgin Australia, με αποτέλεσμα μεγάλης διάρκειας downtime. Το πρόβλημα του leap second συνεχίζει να παρουσιάζεται, μιας και το φαινόμενο παρουσιάζεται συχνά λόγω της περιστροφής της γης [96], [97].
- Από το 2008 μέχρι και σήμερα, η υπηρεσία Google Gmail (SaaS) έχει βγει εκτός λειτουργίας πολλές φορές επηρεάζοντας εκατομμύρια χρήστες παγκοσμίως [13].

- Τον Απρίλιο του 2011, μετά από διακοπή τροφοδοσίας, τέθηκε εκτός λειτουργίας το VMware Cloud Foundry (PaaS). Το πρόβλημα αποκαταστάθηκε μετά από αρκετές ώρες αλλά την επόμενη μέρα, μετά από λάθος τεχνικού, νέο πρόβλημα είχε ως επακόλουθο την μη δυνατότητα σύνδεσης σε κρίσιμες υπηρεσίες όπως routers, firewalls, DNS. Το αποτέλεσμα ήταν η αδυναμία σύνδεσης των χρηστών σε όλες τις προσφερόμενες υπηρεσίες για πολλές ώρες [14].
- Αντίστοιχα το Cloud της Microsoft τέθηκε εκτός λειτουργίας πολλές φορές το 2011 με αποτέλεσμα χρήστες και διαχειριστές να μην έχουν πρόσβαση στα δεδομένα τους [10].
- Σε έρευνα της British Telecom που διενεργήθηκε τον Ιούλιο του 2014 με δείγμα από 640 μεσαίες και μεγάλες επιχειρήσεις από όλο τον κόσμο, το 26% αυτών των επιχειρήσεων δήλωσαν ότι υπήρξε περιστατικό παραβίασης των δεδομένων-συστημάτων τους με υπευθυνότητα του παρόχου [98].
- Αντίστοιχα, στο Google Drive, το 2014 διορθώθηκε πρόβλημα ασφάλειας που ήταν ικανό να προσφέρει πρόσβαση σε μη διαμοιραζόμενα αρχεία [15].
- Τον Οκτώβριο του 2013, μετά από περιστατικό ασφάλειας, η Adobe ανακοίνωσε ότι hackers έκλεψαν περίπου 38 εκατομμύρια διαπιστευτήρια χρηστών καθώς και στοιχεία πιστωτικών καρτών (κρυπτογραφημένα) και πηγαίο κώδικα των λογισμικών της εταιρίας.
- Τον Δεκέμβριο του 2014, ένα πρόβλημα στο σύστημα αποθήκευσης των Google Storage Services είχε σαν αποτέλεσμα την απώλεια δεδομένων χρηστών από την εφαρμογή του App Inventor (appinventor.mit.edu) [51].
- Τον Ιανουάριο του 2012, μετά από αίτημα της κυβέρνησης των Η.Π.Α. διεκόπη η πρόσβαση σε όλους τους εξυπηρετητές (servers) της εταιρίας Megaupload για την πραγματοποίηση έρευνας [99]. Αποτέλεσμα αυτού ήταν όλοι οι πελάτες της Cloud υπηρεσίας να απολέσουν την δυνατότητα πρόσβασης στα δεδομένα τους για μεγάλο χρονικό διάστημα. Τον Ιούνιο του 2013 η εταιρία LeaseWeb που μίσθωνε 630 servers στο MegaUpload διέγραψε χωρίς προειδοποίηση τα δεδομένα που βρίσκονταν σε αυτούς.
- Το 2013 υπήρξε διακοπή λειτουργίας της χρηματιστηριακής υπηρεσίας Nasdaq για πάνω από 3 ώρες με αποτέλεσμα την παράλυση της χρηματιστηριακής αγοράς. Η διακοπή προκλήθηκε από πρόβλημα στο δίκτυο δεδομένων του datacenter [100].
- Σύμφωνα με αναφορά της εταιρίας Verizon (εταιρία παροχής τεχνολογικών υπηρεσιών) το Φεβρουάριο του 2013 υπήρξαν περιστατικά υποβάθμισης της

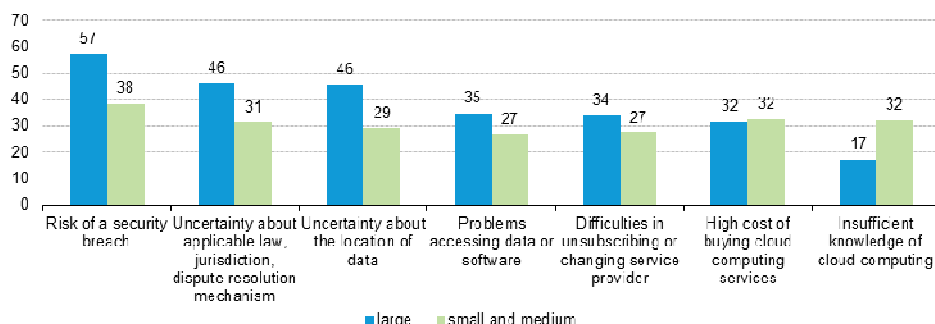
ασφάλειας των Facebook, Twitter, Apple, Microsoft μέσω του iPhoneDevSDK. Το Μάρτιο του 2013, 50 εκατομμύρια χρήστες του Evernote υποχρεώθηκαν να αλλάξουν τον κωδικό ασφαλείας τους (password). Το Μάιο υπήρξαν αναφορές από την εταιρία QinetiQ και το Σώμα Μηχανικού του Στρατού των Η.Π.Α. για διαδικτυακή κατασκοπία. Επίσης hackers, πήραν τον έλεγχο των λογαριασμών στο Twitter της εφημερίδας The Guardian και The Financial Times και αρκετά ακόμη περιστατικά καταγράφηκαν μόνο για το έτος 2013 [101].

- Το 2014 υπήρξε μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση σε βάση δεδομένων που διατηρεί η εταιρία EBay Inc με αποτέλεσμα να διαρρεύσουν στοιχεία χρηστών [151].
- Στις 21 Σεπτεμβρίου 2015 σταμάτησε να λειτουργεί το Skype για πολλές ώρες. Θα πρέπει να αναφερθεί ότι η συγκεκριμένη υπηρεσία λειτουργεί στην Cloud υποδομή Azure της εταιρίας Microsoft [62], [63].
- Τον Αύγουστο του 2012 παραβίαση των δεδομένων της υπέστη η γνωστή υπηρεσία Dropbox με αποτέλεσμα την απώλεια 60 και πλέον εκατομμυρίων στοιχείων διαπιστευτηρίων χρηστών επί συνόλου 500 εκατομμυρίων [172] και την υποχρέωση των υπολοίπων να αλλάξουν τους κωδικούς τους.
- Το 2014 υπήρξε παραβίαση ασφαλείας στα συστήματα της YAHOO με αποτέλεσμα την απώλεια περίπου 500 εκατομμυρίων στοιχείων διαπιστευτηρίων χρηστών [176].

Ειδική μνεία γίνεται από το World Economic Forum στην αναφορά του 2015 για τους παγκόσμιους κινδύνους, από το υψηλό ρίσκο και τις αυξημένες πιθανότητες παραβίασης που αντιμετωπίζουν πλέον οι εγκαταστάσεις Cloud από τις εξελιγμένες κυβερνο-επιθέσεις (cyber attacks). Συνάμα, τονίζεται το γεγονός ότι πολλές διαδικτυακές εφαρμογές και ιστοσελίδες παγκοσμίως στηρίζονται σε Cloud παρόχους όπως το Amazon, που έχει βιώσει μεγάλες διακοπές λειτουργίας κατά τα τελευταία έτη [153].

Πέραν των προαναφερόμενων περιστατικών ασφάλειας, σε νέα έρευνα της στατιστικής υπηρεσίας της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, παρουσιάζονται στοιχεία χρήσης του Cloud από τις επιχειρήσεις της Ευρώπης των 28 Κρατών Μελών με αξιολογικά συμπεράσματα. Ο μέσος όρος χρήσης υπηρεσιών Cloud ανέρχεται στο 18% για τις ΜμΕ στην Ευρώπη των 28, ενώ στην Ελλάδα το ποσοστό χρήσης είναι 8% τοποθετώντας την στις τελευταίες θέσεις της κατάταξης [102]. Επιπλέον, αναδεικνύεται ο κίνδυνος παραβίασης της ασφάλειας ως το πλέον βασικό πρόβλημα στην ανάπτυξη του Cloud με δεύτερο, την ασάφεια σχετικά με την νομική δικαιοδοσία-αρμοδιότητα όπως παρουσιάζεται στην εικόνα παρακάτω. Τέλος, σημαντικός παράγοντας είναι και η έλλειψη γνώσης σε θέματα του Cloud.

Σε άλλη έρευνα του Ponemon Institute για λογαριασμό της εταιρίας Netskope (εταιρία ανάλυσης Cloud υπηρεσιών), παρουσιάζεται η πιθανότητα εμφάνισης περιστατικού ασφάλειας στο Cloud αυξημένη κατά 126% σε σχέση με την εσωτερική εγκατάσταση [154].



Εικόνα 12: Παράγοντες που επηρεάζουν την υιοθέτηση του Cloud [102]

Με δεδομένα τα προβλήματα ασφάλειας που παρουσιάζει το Cloud Computing και ειδικά οι λύσεις που βασίζονται στο οικονομικό μοντέλο ανάπτυξης Public Cloud (σε σύγκριση με το Hybrid Cloud ή το Private Cloud) και την αδυναμία των SLAs να την ενισχύσουν στον τομέα της εμπιστοσύνης όπως παρουσιάζονται πιο πάνω, θεωρήθηκε στα πλαίσια της εργασίας, ότι στο Cloud δεν μπορεί να επιτευχθεί επίπεδο ασφάλειας ικανοποιητικό για να φιλοξενήσει κρίσιμες εφαρμογές μιας ΜμΕ χωρίς την ταυτόχρονη, σημαντική αύξηση του κόστους χρήσης [103], [154].

Παρόλα τα πιστοποιητικά και τις διαδικασίες ελέγχου και τα SLAs που έχουν υιοθετηθεί από τους παρόχους Cloud υπηρεσιών, κάτι που προκαλεί εντύπωση είναι το γεγονός της προσφοράς ανταμοιβής (ηθικής ή υλικής) σε όποιον χρήστη βρει και κοινοποιήσει στον πάροχο κάποιο πρόβλημα ασφάλειας [157]. Υπάρχει δηλαδή αντίφαση μεταξύ της προσφοράς μιας διαφημιζόμενης υπηρεσίας ως ασφαλή και ταυτόχρονα την έμμεση παραδοχή πιθανής δυσλειτουργίας αυτής. Σε ένα περιβάλλον περισσότερο προστατευμένο και περιορισμένο όπως σε μια εσωτερική εγκατάσταση ενός datacenter, που η πρόσβαση σε αυτό είναι μέσω τοπικού δικτύου (Local Area Network, LAN), κάτι τέτοιο θα ήταν αποδεκτό, όμως σε εγκαταστάσεις Cloud που είναι προσβάσιμες από όλο τον κόσμο μέσω διαδικτύου (Internet) αυτή η διαδικασία εγκυμονεί μεγαλύτερους κινδύνους. Φυσικά, πρέπει να αναφερθεί ότι η διαδικασία του συνεχούς ελέγχου και διόρθωσης των προβλημάτων ασφάλειας είναι μέρος του αποδεκτού μοντέλου PLAN, DO, CHECK, ACT (PDCA) ή αλλιώς "Deming Cycle", το οποίο ενσωματώνεται στο ISO 27001 και ισχύει - χρησιμοποιείται κατά την διαχείριση της ασφάλειας πληροφοριακών συστημάτων [158], όμως, τον ρόλο του ελεγκτή τον έχουν πιστοποιημένοι φορείς, ειδικοί ασφάλειας και διενεργείται σε περιορισμένο περιβάλλον.

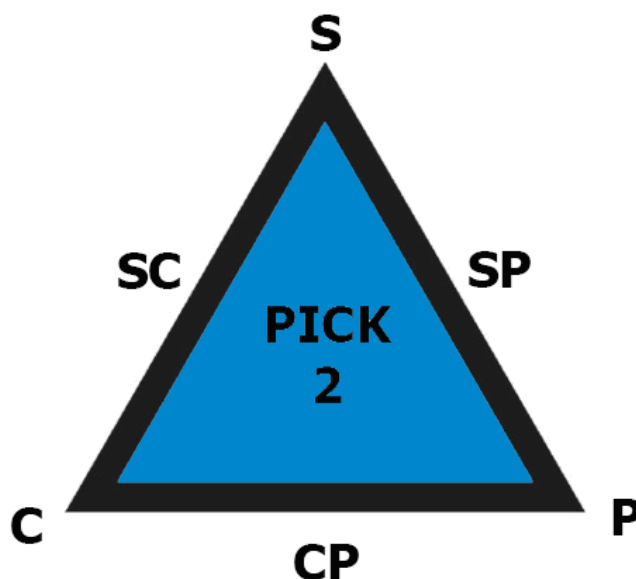
Σε αντίθεση με την ασφάλεια, θεωρείται υψηλότερη η απόδοση στην περίπτωση εγκατάστασης στο Cloud σε σχέση με τις εγκαταστάσεις εντός της ΜμΕ, με

την προϋπόθεση επιλογής σωστού μοντέλου υπηρεσιών. Αυτή η παραδοχή ενισχύεται από το γεγονός της δυνατότητας πρόσβασης σε υπερβολικά μεγάλο πλήθος πόρων (υπολογιστικών, αποθηκευτικών, δικτυακών) στο Cloud. Παράλληλα, υπάρχουν τεχνικές που ενισχύουν ακόμη περισσότερο την παραδοχή αυτή όπως η περίπτωση επιλογής πολλών μικρών σε επεξεργαστική ισχύ και αποθηκευτικούς πόρους εικονικών μηχανών και έξυπνη και γρήγορη διανομή των αιτημάτων σε αυτούς. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται α) η υψηλή απόδοση και β) το χαμηλό κόστος υλοποίησης [104]. Εναλλακτική επιλογή είναι και η υλοποίηση Cloud λύσης με την μίσθωση διπλάσιου από το μέσο απαιτούμενο μέγεθος σε υπολογιστική ισχύ και αποθηκευτικό χώρο με παράλληλη ρήτρα την χρήση του επιπλέον μόνο κατά το ήμισυ του χρόνου και συγκεκριμένα κατά τις ώρες αιχμής. Σε αυτή την περίπτωση το κόστος παραμένει χαμηλό λόγω της περιορισμένης χρήσης των υψηλών πόρων, αλλά, στις συγκεκριμένες ώρες αιχμής υπάρχει αρκετή ισχύς και χωρητικότητα για να εξυπηρετήσουν την όποια ζήτηση. Ως παράδειγμα της αύξησης απόδοσης στο Cloud μπορεί να αναφερθεί η περίπτωση μετάβασης της ιστοσελίδας της Olympic Air σε Cloud πάροχο. Με την μετάβαση αυτή αυξήθηκε ο χρόνος ανάπτυξης και προβολής της νέας ιστοσελίδας της επιχείρησης. Παράλληλα η αύξηση της επισκεψιμότητας της ιστοσελίδας κατά 150% αντιμετωπίστηκε χωρίς πρόβλημα, δυναμικά, ενώ ελαχιστοποιήθηκε ο διαχειριστικός χρόνος και το downtime [105].

Στον τομέα ανάλυσης του κόστους, αποτελέσματα ερευνών δείχνουν την ελαχιστοποίηση του αρχικού κόστους κτήσης (CAPEX) αλλά και του κόστους συντήρησης-λειτουργίας (OPEX) σε βάθος πενταετίας [106]. Πρέπει όμως να διευκρινιστεί ότι, αν η ΜμΕ κινηθεί προς την κατεύθυνση του μοντέλου ανάπτυξης Private Cloud για να ενισχύσει την ασφάλεια, τότε το κόστος αυξάνει και το Cloud χάνει το πλεονέκτημα του χαμηλού κόστους και της χαμηλής πολυπλοκότητας [64]. Αποτελέσματα έρευνας της IDC αποδεικνύει ότι όπου έχει αυξηθεί η πολυπλοκότητα με χρήση κυρίως εικονικών μηχανών (Virtualization) ή Private Cloud, το προσωπικό δαπανά το 76,8% του παραγωγικού του χρόνου στην διαχείριση και συντήρηση του datacenter [23]. Αξίζει τέλος να σημειωθεί ότι, ορισμένοι Τραπεζικοί οργανισμοί, των οποίων τα οικονομικά μεγέθη είναι σαφέστατα πολύ μεγαλύτερα από αυτά των ΜμΕ, έχουν μεταφέρει υπηρεσίες τους στο Cloud, υιοθετώντας αποκλειστικά λύσεις Private Cloud για την αύξηση της ασφάλειας. Φυσικά, αν συγκριθεί το επιπλέον διαχειριστικό κόστος σε αυτήν την περίπτωση με το κόστος/ζημία που θα προκύψει από ένα περιστατικό ασφάλειας, κάνει την απόφαση για μετάβαση σε Private Cloud να φαντάζει ως μοναδική επιλογή [107], [108], [109].

Συμπερασματικά, στην περίπτωση των datacenters εντός των ΜμΕ μπορεί να υπάρξει ασφάλεια σε πολύ υψηλότερο επίπεδο σε σύγκριση με το Cloud και δεν υπάρχει και η έλλειψη εμπιστοσύνης προς τον πάροχο-συντηρητή, ενώ δεν μπορεί να επιτευχθεί υψηλή απόδοση χωρίς υψηλό κόστος στις εσωτερικές εγκαταστάσεις των datacenters.

Τα παραπάνω συμπεράσματα περιγράφονται και αποτυπώνονται με σκοπό την ισχυροποίηση μιας πρωταρχικής μεθόδου επιλογής ή απόφασης η οποία ορίζεται από έναν κανόνα επιλογής δύο (2) κριτηρίων από τρία (3) (τρίλημμα). Ο κανόνας παρουσιάζεται γραφικά στην παρακάτω εικόνα όπου η κορυφή S αντιπροσωπεύει την ασφάλεια (Security), η κορυφή C το κόστος (Cost) και η κορυφή P την απόδοση (Performance).



Εικόνα 13: Γραφική απεικόνιση του πρωταρχικού κανόνα

Οι αντίστοιχες δυνατές επιλογές κανόνα αναλύονται στον παρακάτω πίνακα:

1ο Κριτήριο	2ο Κριτήριο	Απόφαση
Ασφάλεια (Security, S)	Απόδοση (Performance, P)	(SP) - Εντός της επιχείρησης
Ασφάλεια (Security, S)	Κόστος (Cost, C)	(SC) - Εντός της επιχείρησης
Κόστος (Cost, C)	Απόδοση (Performance, P)	(CP) - Cloud
Κόστος (Cost, C)	Ασφάλεια (Security, S)	(CS) - Εντός της επιχείρησης με virtualization ή Hybrid Cloud
Απόδοση (Performance, P)	Ασφάλεια (Security, S)	(PS) - Εντός της επιχείρησης με virtualization ή Hybrid Cloud
Απόδοση (Performance, P)	Κόστος (Cost, C)	(CP) - Cloud

Πίνακας 7: Συνδυασμοί επιλογής κριτηρίων

Σύμφωνα με αυτό τον κανόνα, αν το πρώτο επιλεγόμενο κριτήριο είναι η ασφάλεια, τότε το κόστος/ζημιά από ένα περιστατικό ασφάλειας έχει αποτιμηθεί, και για την επιχείρηση είναι πολύ υψηλό άρα απαγορευτικό. Στην προκειμένη περίπτωση η επιλογή μετάβασης στο Public Cloud δεν είναι η ενδεδειγμένη λύση και πρέπει να απορρίπτεται.

Στην περίπτωση που η ασφάλεια επιλέγεται ως δεύτερο κριτήριο, τότε υπάρχει α) η δυνατότητα εσωτερικής εγκατάστασης με χρήση virtualization για την επίτευξη οικονομίας λόγω χαμηλού CAPEX και β) η επιλογή μετάβασης στο Cloud μπορεί να επιτευχθεί μόνο με την υβριδική της υλοποίηση, δηλαδή με την μεταφορά ορισμένων, μη κρίσιμων υπηρεσιών. Ταυτόχρονα, οι κρίσιμες υπηρεσίες πρέπει να διατηρηθούν στο datacenter εντός της επιχείρησης [138]. Συνάμα, στην περίπτωση που η ΜμΕ επιθυμεί, παρ' όλες τις επιφυλάξεις λόγω ασφάλειας, να μεταβεί στο Cloud με ταυτόχρονη χρήση επιπλέον τεχνικών ασφάλισης της επικοινωνίας και των δεδομένων όπως εικονικά δίκτυα (VPN), κρυπτογράφηση δεδομένων και επικοινωνίας, τότε το κόστος αυξάνεται λόγω α) της χρέωσης αυτών ακριβώς των τεχνικών, β) λόγω της αύξησης του διαχειριστικού κόστους και γ) λόγω της ανάγκης για παροχή καλύτερης και πληρέστερης εκπαίδευσης των χρηστών της σε θέματα ασφάλειας αλλά και χρήσης πολύπλοκων τεχνικών ασφάλειας. Δηλαδή, η αύξηση της ασφάλειας στο Cloud έχει ως αποτέλεσμα την ελαχιστοποίηση ή την εξαφάνιση των πλεονεκτημάτων του, όπως αυτό του χαμηλού κόστους και της χαμηλής απαίτησης σε διαχειριστικό κόστος [110], [111], [112] [90].

Αντίθετα, αν ο στόχος της επιχείρησης είναι η μείωση του κόστους και η μεγάλη απόδοση, με οποιαδήποτε σειρά, τότε η λύση του Cloud είναι ενδεδειγμένη και θα πρέπει να αναλυθεί περαιτέρω με χρήση της μεθόδου ΔNPV που παρατίθεται σε επόμενο κεφάλαιο.

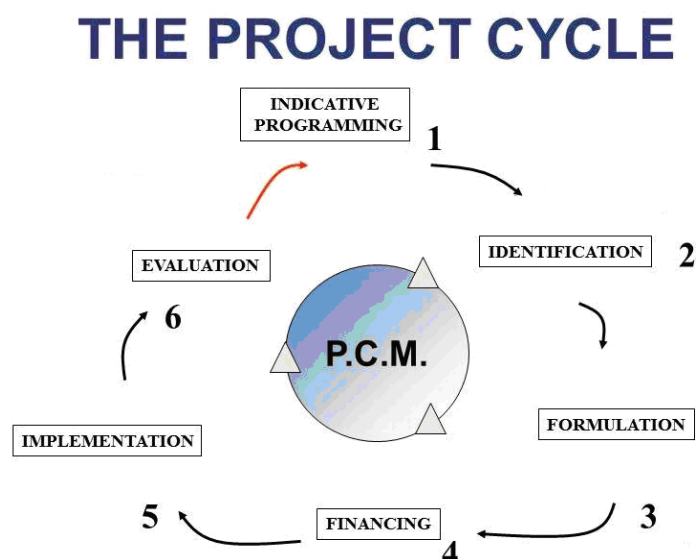
5

Μοντέλο Διαχείρισης Έργου

5.1 Γενικά

Η διαχείριση έργων γενικότερα, είναι ένα ξεχωριστό γνωστικό επιστημονικό αντικείμενο με χαρακτηριστικά μαθηματικά μοντέλα χρονοπρογραμματισμού των δραστηριοτήτων τις μεθόδους PERT και CPM.

Η διαχείριση έργων που αφορούν τα πληροφοριακά συστήματα είναι πολύπλοκα με αυξημένες απαιτήσεις, διότι, στις περισσότερες των περιπτώσεων εκτός από τα τεχνικά ζητήματα, προκύπτουν και θέματα αναδιοργάνωσης των διαδικασιών των φορέων - οργανισμών που θα τα υιοθετήσουν.



Εικόνα 14: Τα βήματα διαχείρισης έργου [52]

Αν η διαδικασία μετάβασης των πληροφοριακών συστημάτων μιας ΜμΕ στο Cloud ή η δημιουργία datacenter εντός αυτής αντιμετωπιστεί ως πρόβλημα διοίκησης-διαχείρισης ενός έργου, τότε θα πρέπει να ακολουθηθούν έξι (6) βήματα. Τα βήματα περιγράφονται στον παρακάτω πίνακα.

ΒΗΜΑΤΑ	
1	Προσδιορίζονται οι ανάγκες, στοιχειοθετείται η ιδέα του έργου, στην περίπτωση της εργασίας αυτής, η μετάβαση των υπολογιστικών συστημάτων της ΜμΕ στο Cloud.
2	Γίνεται η αναγνώριση του προβλήματος και ορίζονται οι στόχοι για την υλοποίηση. Ορίζονται τα αναμενόμενα οφέλη και τα κριτήρια επιτυχίας.
3	Διατυπώνεται ορθά το πρόβλημα που θα αντιμετωπιστεί και ορίζονται οι εμπλεκόμενοι (εσωτερικοί και εξωτερικοί). Γίνεται καθορισμός χρονοδιαγράμματος και τεχνικής λύσης.
4	Πραγματοποιείται έλεγχος κόστους. Προσοχή πρέπει να δοθεί στην αναζήτηση και αποτύπωση κρυφών επιβαρύνσεων. Στην περίπτωση της μετάβασης στο Cloud πρέπει να γίνει κοστολογική ανάλυση της εσωτερικής υποδομής και στη συνέχεια σύγκριση του με το κόστος των απαιτούμενων υπηρεσιών στο Cloud.
5	Υλοποίηση της μετάβασης από τους εμπλεκόμενους.
6	Αξιολόγηση και αξιοποίηση.

Πίνακας 8: Βήματα διοίκησης έργου

Στο πρώτο βήμα γίνεται η *στοιχειοθέτηση της ιδέας* του έργου και δίνεται η αναλυτικότερη περιγραφή του. Στο δεύτερο βήμα γίνεται η *αναγνώριση του προβλήματος* και ορίζονται οι στόχοι και οι ανάγκες για την υλοποίηση. Ορίζονται επίσης και τα αναμενόμενα οφέλη. Στα πλαίσια της εργασίας και συγκεκριμένα στο κεφάλαιο 4.3 ορίζεται ο πρωταρχικός κανόνας που πρέπει να χρησιμοποιηθεί κατά την φάση ανάλυσης από τις ΜμΕ. Με την χρήση του κανόνα η επιχείρηση μπορεί να ορίσει τους στόχους της, για παράδειγμα, χαμηλό κόστος και υψηλή απόδοση. Είναι λοιπόν εύκολα αντιληπτό ότι ο πρωταρχικός κανόνας πρέπει να χρησιμοποιηθεί κατά το δεύτερο βήμα της διοίκησης του έργου. Με αυτό τον τρόπο ενισχύεται η σύνδεση του πρωταρχικού κανόνα με τις μεθόδους σχεδιασμού και διοίκησης του έργου της μετάβασης υπηρεσιών στο Cloud.

Ο κανόνας σε αυτό το παράδειγμα μας ορίζει τις ανάγκες της υλοποίησης που είναι η μετάβαση στο Cloud και δημιουργήθηκε έχοντας ως πρότυπο τους τρεις παράγοντες επιτυχίας ενός έργου. Συνήθως, οι παράγοντες αυτοί είναι η απόδοση, το κόστος και ο χρόνος. Οι τρεις αυτοί παράγοντες, συχνά αναφέρονται ως *τρίγωνο διαχείρισης έργου* και κάθε κορυφή αντιπροσωπεύει και έναν περιορισμό. Για παράδειγμα, μια αλλαγή στο χρονοδιάγραμμα του έργου θα επιφέρει αλλαγή και στο κόστος του.

Στο τέταρτο βήμα η κοστολογική ανάλυση που περιγράφεται σε επόμενες ενότητες, έχει ως στόχο την σύγκριση των οικονομικών δεδομένων εγκαταστάσεων datacenters εντός της επιχείρησης και στο Cloud. Η συγκεκριμένη διαδικασία είναι μεγάλης σημασίας και τα αποτελέσματα της θα δώσουν τα απαραίτητα στοιχεία για την λήψη της οριστικής απόφασης μετάβασης ή όχι στο Cloud [76], [138], [45].

Στο πέμπτο και στο έκτο βήμα που αφορά την υλοποίηση της μετάβασης από τους εμπλεκόμενους καθώς και την αξιολόγηση και αξιοποίηση αναφέρεται το 8ο κεφάλαιο της εργασίας, όπου αναλύεται η διαδικασία αξιολόγησης και επιλογής του παρόχου, τα βήματα μετάβασης και τέλος η αξιοποίηση των διαθέσιμων υπηρεσιών.

5.2 Κοστολογικοί Παράγοντες Εσωτερικής Εγκατάστασης

Τα βασικά οικονομικά κριτήρια που λαμβάνονται υπόψη κατά την υλοποίηση και λειτουργία ενός datacenter παρουσιάζονται παρακάτω. Με τον αναλυτικό προσδιορισμό των διαφόρων κοστολογικών παραγόντων υπάρχει καλύτερη απεικόνιση και έλεγχος του προϋπολογιζόμενου μερικού και ολικού κόστους. Η κατηγοριοποίηση των παραγόντων πραγματοποιήθηκε με σκοπό τον πλήρη διαχωρισμό τους, τον καλύτερο έλεγχο και την μεγαλύτερη ανάλυση.

5.2.1 Υλικά που Απαιτούνται

Για την εγκατάσταση ενός datacenter απαιτείται η αγορά υλικών που είτε έχουν άμεση σχέση αποκλειστικά με το υπολογιστικό σύστημα είτε με τα περιφερειακά του όπως γεννήτριες κ.α. Στον παρακάτω πίνακα αποτυπώνονται αναλυτικά τα υλικά που θα απαιτηθούν. Στις πολύ μικρές επιχειρήσεις, οι ανάγκες μπορεί να είναι μικρότερες ή πιο περιορισμένες, όμως για λόγους πληρότητας αναφέρονται όλα τα υλικά.

ON-PREMISE	
ΥΛΙΚΑ	
Παράγοντας Κόστους	Περιγραφή
Υλικό πληροφοριακών συστημάτων	Servers
Αδιάλειπτης παροχής Ενέργειας	UPS, γεννήτρια
Υλικά τοποθέτησης	Κριώματα Racks
Υλικά δικτυακής υποδομής	Router, Firewalls, Switches, Patch panels
Υλικά ασφάλειας	Σύστημα ασφάλειας χώρου, πυρόσβεσης, ελεγχόμενης εισόδου
Βοηθητικά συστήματα	Backup server
Υλικά δομημένης καλωδίωσης, τροφοδοσίας	Ο απαιτούμενος εξοπλισμός
Επιπλέον υλικά	NAS, επιπλέον αποθηκευτικός χώρος
Ψύξη, θέρμανση	Κλιματιστικό

Πίνακας 9: Υλικά εσωτερικής εγκατάστασης

5.2.2 Υπηρεσίες - Λογισμικό

Εκτός από τα υλικά, απαιτούνται και οι ανάλογες υπηρεσίες - λογισμικό, είτε αυτές είναι λειτουργικά συστήματα, είτε εκπαίδευση χρηστών. Στον παρακάτω πίνακα αναφέρονται αναλυτικά οι απαιτήσεις των υπηρεσιών - λογισμικών.

ON-PREMISE	
ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ – ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ	
Παράγοντας Κόστους	Περιγραφή
Μελέτη εγκατάστασης, επικινδυνότητας	Το κόστος μελέτης , σχεδιασμού, υλοποίησης, επικινδυνότητας του datacenter
Λειτουργικό	Το κόστος του λειτουργικού συστήματος
Αρχική εκπαίδευση διαχειριστών	Το κόστος εκπαίδευσης διαχειριστών (λειτουργία, συντήρηση του server)
Λογισμικό, άδειες χρηστών	Το κόστος κτήσης των ERP, CRM, DBMS, Mail, WMS, κλπ με τις άδειες των χρηστών
Εγκατάσταση, παραμετροποίηση	Το κόστος αρχικής εγκατάστασης – παραμετροποίησης του server και των λογισμικών
Εγκατάσταση δομημένης καλωδίωση, τροφοδοσίας	Το κόστος εγκατάστασης της δομημένης καλωδίωσης και του δικτύου παροχής ενέργειας.
Παραμετροποίηση δικτυακού εξοπλισμού	Το κόστος παραμετροποίησης των Router, Firewalls, Switches, VPN
Εγκατάσταση συστημάτων ασφαλείας	Το κόστος εγκατάστασης συστήματος συναγερμού και ελεγχόμενης εισόδου
Εκπαίδευση χρηστών	Το κόστος εκπαίδευσης των χρηστών σε όλες τις προσφερόμενες υπηρεσίες
Πρόσβαση στο διαδίκτυο	Το αρχικό κόστος
Εγκατάσταση ψύξης, θέρμανσης	Το κόστος εγκατάστασης του συστήματος ψύξης, θέρμανσης στο χώρο
Λογισμικό προστασίας (Antivirus, Antimalware)	Το κόστος κτήσης του antivirus του server.
Μισθοδοσία υπαλλήλων	Το κόστος της μισθοδοσίας των υπαλλήλων.
Downtime	Κόστος του downtime.

Πίνακας 10: Υπηρεσίες, λογισμικό εσωτερικής εγκατάστασης

5.2.3 Χώρος

Η στέγαση ενός datacenter εντός της επιχείρησης απαιτεί χώρο κατάλληλα διαμορφωμένο, με ελεγχόμενη πρόσβαση και περιβαλλοντολογικές συνθήκες (θερμοκρασίας, υγρασίας, ηλεκτρομαγνητικού πεδίου). Ο αποκλειστικός αυτός χώρος απαιτεί κόστος για την απόκτηση του και την αρχική διαμόρφωση του. Παράλληλα, απαιτείται χώρος και για το προσωπικό πληροφορικής που θα είναι επιφορτισμένο με την υποστήριξη των υπηρεσιών που προσφέρει το datacenter αλλά και με την συντήρηση αυτού. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται αυτά ακριβώς τα κριτήρια.

ON-PREMISE	
ΧΩΡΟΣ	
Παράγοντας Κόστους	Περιγραφή
Κόστος κτήσης βασικού χώρου	Αρχικό κόστος κατασκευής, ενοικίασης, διαμόρφωσης του χώρου στέγασης του datacenter
Κόστος κτήσης βοηθητικού χώρου	Αρχικό κόστος κατασκευής, ενοικίασης, διαμόρφωσης του βοηθητικού χώρου (γεννήτρια)
Κόστος κτήσης χώρου τμήματος πληροφορικής	Αρχικό κόστος κατασκευής, ενοικίασης, διαμόρφωσης του χώρου

Πίνακας 11: Απαιτήσεις χώρου εσωτερικής εγκατάστασης

5.2.4 Ετήσιο Κόστος Λειτουργίας

Εκτός από την αρχική επένδυση που απαιτείται για την εγκατάσταση του datacenter με όλα τα περιφερειακά που είναι απαραίτητα για την εύρυθμη λειτουργία του και τις υπηρεσίες-λογισμικό απαιτείται σημαντικό κόστος για την ετήσια συντήρηση του. Αναλυτικά, στον παρακάτω πίνακα περιγράφονται τα οικονομικά κριτήρια που επιβαρύνουν την ΜμΕ.

ON-PREMISE	
ΕΤΗΣΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ - ΠΛΕΟΝ ΤΟΥ 1ου ΕΤΟΥΣ	
Παράγοντας Κόστους	Περιγραφή
Συντήρηση server	Ετήσιο κόστος συμβολαίου συντήρησης server
Ενοικίαση χώρου datacenter	Ετήσιο κόστος ενοικίασης χώρου datacenter
Ενοικίαση βοηθητικού χώρου	Ετήσιο κόστος ενοικίασης βοηθητικού χώρου
Ενέργεια	Ετήσιο ενεργειακό κόστος
Συντήρηση δικτυακού εξοπλισμού	Ετήσιο κόστος συμβολαίου συντήρησης δικτυακού εξοπλισμού
Συντήρηση λογισμικών	Ετήσιο κόστος συμβολαίου συντήρησης διαφόρων λογισμικών ERP, CRM, WRM
Συνδρομή λογισμικών προστασίας (Antivirus, Antimalware)	Ετήσιο κόστος συμβολαίου συντήρησης διαφόρων λογισμικών ασφαλείας (antivirus)
Κόστος υπηρεσιών ασφαλείας του χώρου	Ετήσιο κόστος συμβολαίου υπηρεσιών ασφαλείας (security)
Μέσο κόστος αντικατάστασης υλικών (βλάβες υλικού)	Ετήσιο κόστος αντικατάστασης υλικών (βλάβες)
Μισθοδοσία υπάλληλων Πληροφορικής	Ετήσιο κόστος υπαλλήλων
Κόστος πρόσβασης στο διαδίκτυο	Ετήσιο κόστος πρόσβασης στο διαδίκτυο
Απώλειες εσόδων λόγω βλαβών	Ετήσιες απώλειες εσόδων λόγω βλαβών (downtime)

Πίνακας 12: Ετήσιο κόστος λειτουργίας, πέραν του πρώτου

Διευκρινίζεται ότι, το ετήσιο κόστος λειτουργίας αναφέρεται στην βιβλιογραφία ως Operational Expenses (OPEX) ενώ τα υπόλοιπα ως Capital Expenses (CAPEX).

Πέραν των παραπάνω παραγόντων, σε επόμενα κεφάλαια αναλύονται και άλλοι παράγοντες που είτε αυξάνουν, είτε μειώνουν το κόστος και δεν πρέπει να παραβλεφθούν.

5.3 Κοστολογικοί Παράγοντες στο Cloud

Αντίστοιχα, τα βασικά κριτήρια που επιβαρύνουν οικονομικά και λαμβάνονται υπόψη για την υλοποίηση στο Cloud παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα ως λειτουργικά κόστη (OPEX). Πρέπει να τονιστεί η διαφοροποίηση των χρεώσεων ανάλογα το μοντέλο Cloud που θα επιλέξει η ΜμΕ. Για παράδειγμα, αν η επιχείρηση κάνει χρήση SaaS τότε δεν υπάρχει το κόστος της υπολογιστικής ισχύος, του αποθηκευτικού χώρου, των αντιγράφων ασφαλείας, των λογισμικών ασφαλείας αλλά μια ολοκληρωμένη τιμή για την υπηρεσία. Αντίθετα, οι χρεώσεις αυτές παραμένουν στην περίπτωση της επιλογής IaaS και την επιλογή δημιουργίας εικονικών μηχανών (virtual machines).

5.3.1 Ετήσιο Κόστος Λειτουργίας

Στην περίπτωση της επιλογής υλοποίησης στο Cloud, υπάρχουν ετήσιες επιβαρύνσεις που δεν υπάρχουν στην περίπτωση της εσωτερικής εγκατάστασης. Αντίθετα, δεν υπάρχουν τα κόστη που προέρχονται από τις ανάγκες αγοράς υποδομής.

CLOUD	
ΕΤΗΣΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	
Παράγοντας Κόστους	Περιγραφή
Μελέτη επικινδυνότητας	Το κόστος μελέτης
Υπολογιστική Ισχύς	Το κόστος της λύσης που θα επιλεγεί
Αποθηκευτικός Χώρος	Το κόστος της λύσης που θα επιλεγεί
Χρήση δικτύου (Bandwidth)	Το κόστος της λύσης που θα επιλεγεί
Μισθοδοσία υπαλλήλων Πληροφορικής	Το κόστος μισθοδοσίας (πιθανά πιο μικρό από on-premise)
Επιπλέον μέτρα ενίσχυσης ασφάλειας	VPN, πιστοποιητικά ασφάλειας, 2 step authentication
Αντίγραφα ασφαλείας	Κόστος χώρου, μηχανισμού δημιουργίας
Απώλειες εσόδων λόγω downtime, βάσει του SLA	Ετήσιες απώλειες εσόδων λόγω βλαβών (downtime)
Λογισμικό προστασίας (Antivirus, Antimalware)	Ετήσιο κόστος ανανέωσης
Downtime	Κόστος του downtime. Υπολογίζεται βάσει των SLAs.

Πίνακας 13: Ετήσιο κόστος λειτουργίας στο Cloud

5.3.2 Χώρος

Αντίστοιχα, στο κόστος κτήσης χώρου, υπάρχει μόνο αυτό για τον χώρο του τμήματος πληροφορικής όπως παρουσιάζεται στον πίνακα.

CLOUD	
ΧΩΡΟΣ	
Παράγοντας Κόστους	Περιγραφή
Κόστος κτήσης χώρου τμήματος πληροφορικής	Αρχικό κόστος κατασκευής, ενοικίασης, διαμόρφωσης του χώρου
Ετήσιο κόστος	Ετήσιο κόστος διατήρησης του χώρου.

Πίνακας 14: Απαιτήσεις χώρου στο Cloud

5.3.3 Υπηρεσίες – Λογισμικό

Στο κόστος των υπηρεσιών – λογισμικού αναφέρονται όλες οι πιθανές χρεώσεις. Για παράδειγμα στην περίπτωση υιοθέτησης μοντέλου IaaS θα πρέπει να ληφθεί υπόψη το κόστος των λειτουργικών και διάφορων λογισμικών, ενώ στην περίπτωση SaaS το κόστος δεν περιλαμβάνει τα παραπάνω.

CLOUD	
ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ – ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ	
Παράγοντας Κόστους	Περιγραφή
Μελέτη	Το κόστος μελέτης , σχεδιασμού, υλοποίησης του datacenter
Μελέτη επικινδυνότητας	Το κόστος μελέτης
Αρχική εκπαίδευση διαχειριστών	Το κόστος εκπαίδευσης διαχειριστών (λειτουργία, συντήρηση του server)
Κόστος λειτουργικών	Το κόστος των λειτουργικών Windows. Linux (IaaS)
Κόστος λογισμικών	Το κόστος χρήσης των λογισμικών ERP, CRM, WRM (IaaS)
Εγκατάσταση, παραμετροποίηση	Το κόστος αρχικής εγκατάστασης – παραμετροποίησης του server και των λογισμικών
Παραμετροποίηση δικτυακού εξοπλισμού	Το κόστος παραμετροποίησης των Router, Firewalls, Switches, VPN εντός της επιχείρησης για αύξηση του επιπέδου της ασφάλειας
Εκπαίδευση χρηστών	Το κόστος εκπαίδευσης των χρηστών σε όλες τις προσφερόμενες υπηρεσίες
Πρόσβαση στο διαδίκτυο	Το αρχικό κόστος
Downtime	Κόστος του downtime. Υπολογίζεται βάσει των SLAs.

Πίνακας 15: Απαιτήσεις υπηρεσιών, λογισμικού στο Cloud

5.3.4 Υλικά

Η ανάλυση της υλικοτεχνικής υποδομής που απαιτούνται στην περίπτωση χρήσης του Cloud παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα. Φυσικά, υπάρχει μεγάλη διαφοροποίηση με την λύση on-premise.

CLOUD	
ΥΛΙΚΑ	
Παράγοντας Κόστους	Περιγραφή
Ενέργειας	UPS για δικτυακό εξοπλισμό
Υλικά τοποθέτησης δικτυακού εξοπλισμού	Racks
Υλικά δικτυακής υποδομής	Router, Firewalls, Switches, Patch panels
Υλικά δομημένης καλωδίωσης, τροφοδοσίας	Ο απαιτούμενος εξοπλισμός

Πίνακας 16: Απαιτήσεις υλικών στο Cloud

Σύμφωνα με τα παρουσιαζόμενα δεδομένα θα γίνει η ανάλυση του κόστους μιας εσωτερικής εγκατάστασης αλλά και για την περίπτωση υλοποίησης στο Cloud. Πέραν των όποιων διαφοροποιήσεων έχουν επισημανθεί έως τώρα, μεγάλη προσοχή πρέπει να δοθεί στα επόμενα κεφάλαια αναφορικά με τους παράγοντες που δεν παρουσιάζονται στην βιβλιογραφία, αλλά έχουν μεγάλο αντίκτυπο στο κόστος όπως για παράδειγμα οι αποσβέσεις.

5.4 Αποσβέσεις

Στην λογιστική, απόσβεση (depreciation) είναι η διαδικασία σύμφωνα με την οποία επιμερίζονται και κατανέμονται κόστη τα οποία προκύπτουν κατά την διάρκεια χρήσης ενός παγίου περιουσιακού στοιχείου μέσα στο χρόνο. Τέτοια κόστη μπορεί να είναι η απαξίωση ενός ηλεκτρονικού υπολογιστή ή κάποιου λογισμικού.

Παράλληλα, στόχος της επιχείρησης είναι η αύξηση της απόδοσης των παγίων της και πως τα πάγια της θα προσθέσουν αξία στο τελικό της προϊόν ή υπηρεσία που προσφέρει.

Στην ελληνική νομοθεσία (Ελληνικά Λογιστικά Πρότυπα), η απόσβεση των ηλεκτρονικών υπολογιστών γίνεται σε ετήσια βάση από την στιγμή της αγοράς σε ποσοστό 20% ανά έτος [116]. Το ίδιο ποσοστό ισχύει και στα Διεθνή Πρότυπα Χρηματοοικονομικής Αναφοράς (International Financial Reporting Standards – IFRS), Διεθνή Λογιστικά Πρότυπα (International Accounting Standards – IAS) [117].

Δηλαδή, η πλήρης απαξίωση του ηλεκτρονικού υπολογιστή ή του server γίνεται σε διάστημα πέντε (5) ετών κάτι που συγκλίνει με τον μέγιστο ωφέλιμο χρόνο που παρουσιάζεται από σχετικές μελέτες.

Για τον υπολογισμό της απόσβεσης λαμβάνονται υπόψη τρία (3) χαρακτηριστικά:

1. Η υπολειμματική αξία, που είναι η αξία του περιουσιακού στοιχείου στο τέλος της ωφέλιμης ζωής του.
2. Το κόστος (κτήσης) του περιουσιακού στοιχείου.
3. Η διάρκεια ωφέλιμης ζωής, συνήθως ορίζεται από σχετικούς πίνακες.

$$\text{Ετήσια Δαπάνη Απόσβεσης} = 20 \text{ (για τους } H/Y) = \frac{\text{Κόστος Κτήσης} - \text{Υπολειμματική Αξία}}{\text{Διάρκεια Ωφέλιμης Ζωής}}$$

Στην Ελλάδα η απόσβεση παγίων γίνεται με την μέθοδο της ευθείας γραμμής και ειδικά για τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές και τους servers δεν υπολογίζεται καθόλου υπολειμματική αξία. Στην πραγματικότητα, αν η μεταπώληση του εξοπλισμού γίνει πριν την λήξη της διάρκειας ωφέλιμης ζωής τότε το όφελος κυμαίνεται ανάμεσα στο 20% έως 7% του αρχικού κόστους κτήσης [118], [119], [120], [121], [122].

Στην περίπτωση της μεταπώλησης εξοπλισμού εκτός του οφέλους μέσω της επιστροφής χρημάτων στην επιχείρηση ενεδρεύουν και ζητήματα ασφάλειας. Σημαντικό ζήτημα εγείρεται με την πώληση αποθηκευτικών μέσων (σκληρών δίσκων) μιας και πρέπει να γίνει διαγραφή των δεδομένων. Λόγω όμως ειδικών τεχνικών ανάκτησης δεδομένων θα πρέπει να αποφεύγεται η πώληση τους και να οδηγούνται προς καταστροφή και ανακύκλωση [121], [123], [124].

Το πλεονέκτημα της απόσβεσης για την επιχείρηση παρουσιάζεται λόγω της εγγραφής του κόστους στα αποτελέσματα χρήσης και πιο συγκεκριμένα στις δαπάνες σε χρονικό ορίζοντα πενταετίας. Αυτονόητο είναι ότι όσο μεγαλύτερο αρχικό κόστος κτήσης έχει το περιουσιακό στοιχείο τόσο μεγαλύτερο θα είναι και το ποσό που θα εγγραφεί στα αποτελέσματα χρήσης κάθε χρόνο με αποτέλεσμα να εκπίπτει (έκπτωση) από την φορολόγηση λόγω δαπανών. Αναφορικά με τον υπολογισμό του Total Cost of Investment (TCO) στην περίπτωση της εσωτερικής εγκατάστασης του datacenter, προκύπτει όφελος που θα πρέπει να ληφθεί υπόψη. Για παράδειγμα, αν το κόστος κτήσης του εξοπλισμού ήταν 100.000€, για τα πρώτα πέντε (5) χρόνια λειτουργίας του datacenter θα υπάρχει εγγραφή στις αποσβέσεις παγίων 20.000€ ανά έτος. Αυτό μεταφράζεται σε κέρδος 5.200€ λόγω έκπτωσης από την άμεση φορολογία και προκύπτει όταν υπολογιστεί το 26% (φόρος επιχειρήσεων) των 20.000€ κάθε έτος.

Σε ορίζοντα πενταετίας το όφελος από την απόσβεση του εξοπλισμού θα είναι:

$$5 \text{ έτη} \times 5.200\text{€} = 26.000\text{€}$$

Το συγκεκριμένο ποσό που προκύπτει από τον υπολογισμό των ετήσιων αποσβέσεων θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη και να καταγράφεται ρητά στη μέθοδο υπολογισμού κόστους.

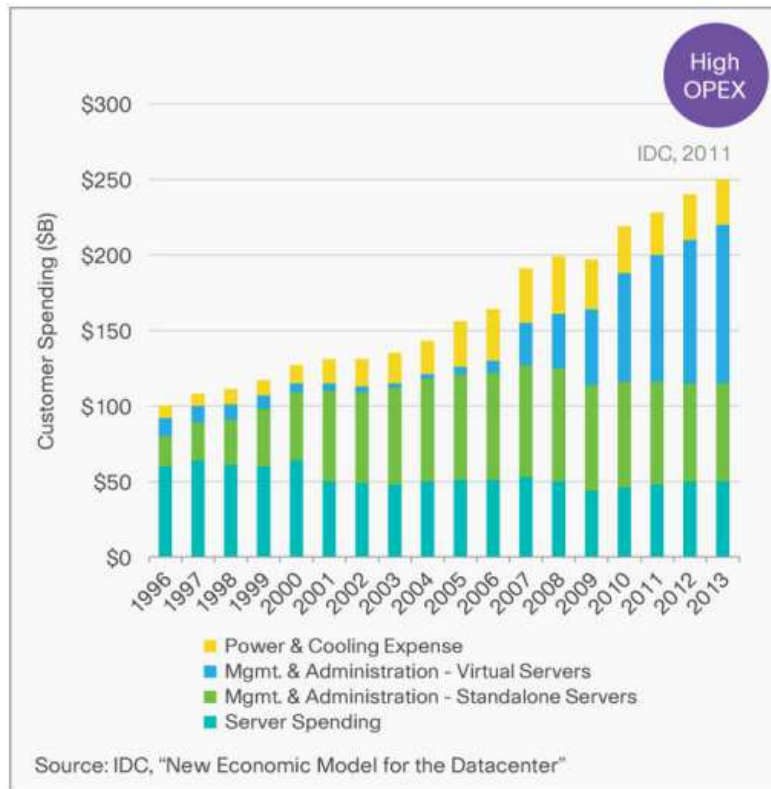
5.5 Λοιποί Παράγοντες

Εξίσου σημαντικοί παράγοντες στους υπολογισμούς του κόστους που μπορούν να ποσοτικοποιηθούν και να εισαχθούν στο οικονομικό μοντέλο επηρεάζοντας την λήψη της τελικής απόφασης προκύπτουν από την μελέτη του ωφέλιμου χρόνου λειτουργίας – χρήσης και το χρονικό διάστημα εγγύησης του ιδιόκτητου εξοπλισμού στην περίπτωση της on-premise εγκατάστασης. Σύμφωνα με έρευνες ο ωφέλιμος χρόνος ενός server κυμαίνεται από πέντε (3) έως πέντε (5) χρόνια [82], [125].

Για τους σκοπούς της εργασίας ο ωφέλιμος χρόνος ενός server και γενικότερα του datacenter θα είναι πέντε (5) χρόνια, ίδιος δηλαδή με το χρόνο απόσβεσης. Πέραν των πέντε (5) ετών γίνεται η παραδοχή ότι υπάρχει επιβάρυνση κόστους που θα αναλυθεί και θα αποτυπωθεί.

Από το 2008, λόγω της πίεσης που ασκεί η οικονομική κρίση, οι επιχειρήσεις δεν προχωρούν προληπτικά σε αντικατάσταση του datacenter, για την μείωση δαπανών (CAPEX) πριν από την εμφάνιση σοβαρών βλαβών που έχουν ως συνέπεια την απόσυρση. Παράλληλα, τα στελέχη πληροφορικής των επιχειρήσεων πρέπει να μειώσουν τα λειτουργικά έξοδα (OPEX) του datacenter τους. [46],[47]

Συμπεράσματα ερευνών δείχνουν ότι οι ΜμΕ δαπανούν το 6,4% των εσόδων τους κάθε χρόνο για την επίλυση προβλημάτων της πληροφοριακής υποδομής τους [126], [127], [128], [129].

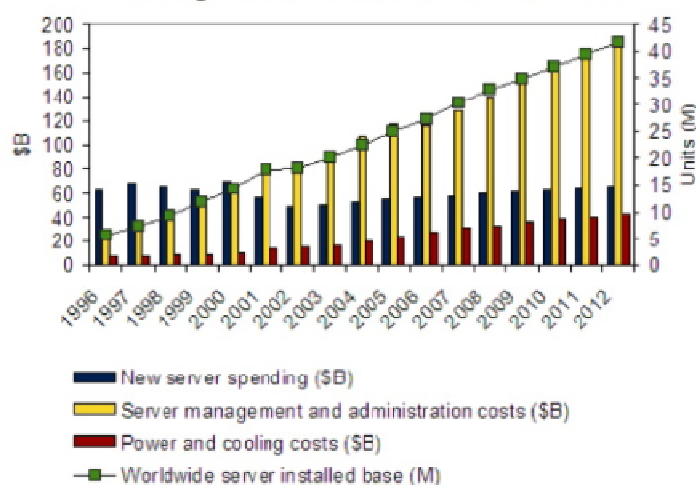


Εικόνα 15: Δαπάνες επιχειρήσεων [53]

Συνέπεια των παραπάνω είναι η λειτουργία παλαιών datacenters για πολλά χρόνια μετά την λήξη της προσφερόμενης εγγύησης του κατασκευαστή των υλικών από τα οποία συντίθεται αυτό και καθ' υπέρβαση του ωφέλιμου χρόνου. Η στρατηγική όμως της αγοράς εγκατάστασης και διατήρησης επί μακρών ενός datacenter και των υποστηρικτικών του συστημάτων, όπως για παράδειγμα τα UPS, επιφέρει αύξηση των λειτουργικών κοστολογίων σύμφωνα με έρευνες [130], [131]. Στα πλαίσια της εργασίας και έχοντας σαν γνώμονα την Ελληνική πραγματικότητα, κάνουμε την παραδοχή ότι κάθε χρόνο πέραν των υπολοίπων λειτουργικών εξόδων, η επιβάρυνση λόγω της παλαιότητας του εξοπλισμού και της αύξησης των εργατοωρών του προσωπικού πληροφορικής των ΜμΕ, είναι της τάξης του 5% ανά έτος πέραν της πενταετίας. Για την ενίσχυση της παραδοχής αναφέρεται επίσης ότι, αν και υπάρχει αύξηση του πλήθους εμφάνισης βλαβών, μετά την αντικατάσταση του εξοπλισμού (ανταλλακτικό) η πιθανότητα να επαναληφθεί η ίδια βλάβη είναι υπερβολικά μικρή ενώ οι παλαιότερης τεχνολογίας εγκαταστάσεις καταναλώνουν περισσότερη ενέργεια από ότι οι νέες, τελευταίας τεχνολογίας. Η εν λόγω παραδοχή και το ποσοστό προέκυψε από την ανάλυση των στοιχείων που συλλέχθηκαν κατά την διενέργεια της έρευνας σε ΜμΕ στα πλαίσια της εργασίας.

Data centers Look to Streamline Management Complexity and Reduce TCO

Worldwide IT Spending on Servers, Power and Cooling, and Management/Administration, 1996-2012



Source: IDC, 2008



Εικόνα 16: Αύξηση του κόστους χρήσης και συντήρησης [54]

Σύμφωνα με έρευνες η αναβολή αντικατάστασης ενός server και η επιμήκυνση του χρόνου ζωής του από τα τρία (3) χρόνια στα πέντε (5) αυξάνει την πιθανότητα αποτυχίας και βλάβης κατά 85% και το downtime αυξάνεται κατά 21% [125], [82], [132], [122], [133], [168] [44]. Όμοια με την περίπτωση αύξησης των λειτουργικών εξόδων και στην περίπτωση του downtime η αύξηση που θα υπολογίσουμε στο οικονομικό μας μοντέλο είναι της τάξης του 10% κάθε χρόνο μετά την πρώτη πενταετία.

Η εν λόγω παραδοχή και το ποσοστό προέκυψε από την ανάλυση των στοιχείων που συλλέχθηκαν κατά την διενέργεια της έρευνας σε ΜμΕ στα πλαίσια της εργασίας.

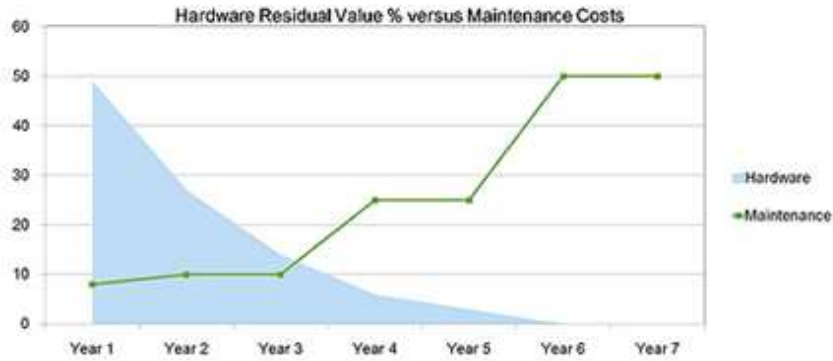
Σύμφωνα με τους μεγαλύτερους κατασκευαστές εμπορικών λογισμικών όπως η Microsoft, Red Hat, Suse Linux Enterprise και πολλών ακόμη ανοικτού κώδικα όπως Debian, Ubuntu, Centos ο βασικός κύκλος ζωής υποστήριξης των λογισμικών είναι περίπου πέντε (5) έτη ενώ η εκτεταμένη υποστήριξη είναι δέκα χρόνια με επιβάρυνση κόστους.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται ο κύκλος ζωής λογισμικών και λειτουργικών.

ΚΥΚΛΟΣ ΖΩΗΣ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ			
Edition	Έναρξη Λειτουργίας	Λήξη κύριας υποστήριξης	Λήξη Εκτεταμένης Υποστήριξης
Microsoft Windows Server 2003 R2 Standard x64 Edition	5/3/2006	13/7/2010	14/7/2015
Windows Server 2008 R2 Standard	22/10/2009	13/1/2015	14/1/2020
Windows Storage Server 2012 R2 Standard	25/11/2013	9/1/2018	10/1/2023
Microsoft SQL Server 2005 Enterprise Edition	14/1/2006	12/4/2011	12/4/2016
Microsoft SQL Server 2008 R2 Enterprise	20/7/2010	8/7/2014	9/7/2019
Microsoft SQL Server 2012 Enterprise	20/5/2012	11/7/2017	12/7/2022
The Red Hat Enterprise Linux 7	10 Ιουνίου 2014	31 Ιουνίου 2024	Αδιευκρίνιστο
The Red Hat Enterprise Linux 6	10 Νοεμβρίου 2010	30 Νοεμβρίου 2020	Αδιευκρίνιστο
The Red Hat Enterprise Linux 5	14 Μαρτίου 2007	31 Μαρτίου 2017	Αδιευκρίνιστο
Centos Linux 7	07 Ιουλίου 2014	31 Ιουνίου 2024	Αδιευκρίνιστο
Centos Linux 6	10 Ιουλίου 2011	30 Νοεμβρίου 2020	Αδιευκρίνιστο
Centos Linux 5	12 Απριλίου 2007	31 Μαρτίου 2017	Αδιευκρίνιστο
Ubuntu Server LTS 14.04	17 Απριλίου 2014	Απρίλιος 2019	Αδιευκρίνιστο
Ubuntu Server LTS 12.04	26 Απριλίου 2012	Απρίλιος 2017	Αδιευκρίνιστο
Ubuntu Server LTS 10.04	29 Απριλίου 2010	Απρίλιος 2015	Αδιευκρίνιστο
Debian Linux 8	25 Απριλίου 2015	Απρίλιος/Μάιος 2020	Αδιευκρίνιστο
Debian Linux 7	04 Μαΐου 2013	Μάιος 2018	Αδιευκρίνιστο
Debian Linux 6	06 Φεβρουαρίου 2011	Φεβρουάριος 2016	Αδιευκρίνιστο
Suse Linux Enterprise Server 12	27 Οκτωβρίου 2014	31 Οκτωβρίου 2027	Αδιευκρίνιστο
Suse Linux Enterprise Server 11	24 Μαρτίου 2009	31 Μάρτιου 2019	Αδιευκρίνιστο
Suse Linux Enterprise Server 10	17 Ιουνίου 2006	31 Ιουλίου 2013	Αδιευκρίνιστο

Πίνακας 17: Κύκλος ζωής λειτουργικών - λογισμικών [55], [56], [57]

Από την άλλη, ορισμένες εταιρίες προχωρούν σε αναβάθμιση των λογισμικών καθώς και των λειτουργικών που εκτελούνται στους εξυπηρετητές τους χωρίς ταυτόχρονα, να ανανεώνουν το υλικό τους. Σε αυτή την περίπτωση υπάρχουν συχνά προβλήματα ασυμβατότητας και παρατηρείται αύξηση του κόστους εργατικών και ταυτόχρονη αύξηση του downtime και των διαφυγόντων κερδών.



Εικόνα 17: Κόστος συντήρησης - αξία του datacenter [58]

Προτεινόμενη πρακτική για την εξοικονόμηση κεφαλαίων και λειτουργικών κοστολογίων είναι η τμηματική αντικατάσταση με νέο, καινούργιας τεχνολογίας εξοπλισμό και όχι η παραμονή σε παλαιά ενεργοβόρα συστήματα εκτός εγγύησης. Ταυτόχρονα ο επανασχεδιασμός της λειτουργίας του datacenter λαμβάνοντας υπόψη τον νέο εξοπλισμό και κάνοντας χρήση virtualization, θα λύσει πιθανά προβλήματα εξυπηρέτησης και θα ανακαταλείψει το φόρτο εργασιών.

Στο κεφάλαιο έξι (6), αποτυπώνονται οι συντελεστές αύξησης των λειτουργικών εξόδων καθώς και αυτών που αφορούν το downtime.

Ο έλεγχος των περιπτώσεων και τελικά η επιλογή της πλέον συμφέρουσας επιλογής από την πλευρά της ΜμΕ, θα προσδώσει στο μέγιστο τα πλεονεκτήματα που απορρέουν είτε στην περίπτωση της on-premise υλοποίησης είτε σε αυτή του Cloud [134].

6

Αριθμητικό Μοντέλο Απόφασης

6.1 Γενικά

Η ανάλυση της περίπτωσης για την μετάβαση στο Cloud ή, η δημιουργία datacenter στην επιχείρηση, θα πρέπει αντίστοιχα να ελεγχθούν και να συγκριθούν με την χρήση ενός αριθμητικού μοντέλου απόφασης [29], [30].

Υπάρχουν τρεις κατηγορίες αριθμητικών μοντέλων:

- Μοντέλο που αναλύει το κόστος-όφελος (cost-benefit)
- Μοντέλο που αναλύει το κόστος-αποτελεσματικότητα (cost-effectiveness) [178]
- Πολύ-κριτηριακή ανάλυση.

Στην περίπτωση ανάλυσης με το μοντέλο κόστους-οφέλους η τεχνική που ακολουθείται είναι η «Επιστροφή επένδυσης» (Return of Investment, ROI) ή αλλιώς «Μέσο Επιτόκιο Απόδοσης» (Average Rate of Return, ARR) που είναι απλή στην χρήση της αλλά υπάρχει μεγάλο ενδεχόμενο να οδηγηθεί ο αναλυτής σε λανθασμένες αποφάσεις και ταυτόχρονα παρουσιάζει το κέρδος ως μέσο όρο [155], [28]. Για παράδειγμα, κατά την ανάλυση μπορεί να υπάρχει ο ίδιος λόγος, αλλά, τα δύο αναλυόμενα έργα να διαφέρουν σε οφέλη και κόστη κατά πολύ. Επίσης, αυτή η μέθοδος δεν λαμβάνει υπόψη το κόστος χρήματος (πληθωρισμός, επιτόκια). Ο τύπος που χρησιμοποιείται στην μέθοδο ROI είναι ο παρακάτω:

$$ROI = \frac{(\text{κέρδος} - \text{κόστος})}{\text{κόστος}}$$

Αντίστοιχα, στην περίπτωση της πολύ-κριτηριακής ανάλυσης, ορίζονται κριτήρια με βαθμό βαρύτητας σε κάθε ένα. Στην συνέχεια βαθμολογούνται τα κριτήρια και αθροίζονται τελικά τα κριτήρια που αντιστοιχούν σε κάθε περίπτωση. Η τελική επιλογή γίνεται βάση υψηλότερης βαθμολογίας. Το μειονέκτημα σε αυτή την μέθοδο είναι η δυσκολία ορισμού δεικτών βαρύτητας σε κάθε κριτήριο.

Για τον έλεγχο κόστους αγοράς ενός datacenter, συνήθως, χρησιμοποιείται η οικονομική προσέγγιση TCO (Total Cost of Operation - Ownership) [113], [114], [155]. Στην διαδικασία υπολογισμού του TCO λαμβάνουμε υπόψη το κόστος αγοράς, το κόστος συντήρησης, το κόστος δανεισμού, το κόστος αναβάθμισης, το κόστος ανάπτυξης, το κόστος της ασφάλειας, τις αποσβέσεις, το κόστος απόσυρσης, το κόστος παροπλισμού. Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται ο τύπος υπολογισμού του TCO.

TCO Formula
$TCO = \text{Purchase} + \text{Financing} + \text{Maintenance} + \text{Upgrade} + \text{Enhancements} + \text{Deployment} + \text{Security} + \text{Depreciation} + \text{Decommissioning} + \text{Disposal} + \text{Cost}_n$

Εικόνα 18: Μαθηματικός τύπος υπολογισμού TCO [155]

Με τη μέθοδο ανάλυσης TCO, προσπαθούμε επίσης, να ποσοτικοποιήσουμε τις οικονομικές επιπτώσεις της ανάπτυξης ή δημιουργίας ενός προϊόντος τεχνολογίας πληροφοριών λαμβάνοντας υπόψη τον κύκλο ζωής του (ωφέλιμο χρόνο ζωής) [115].

Η μεθοδολογία που θα ακολουθηθεί στην εν λόγω εργασία στηρίζεται α) στον υπολογισμό και σύγκριση των TCO για on-premise και Cloud και β) στο μοντέλο κόστους-αποτελεσματικότητας και στην Καθαρή Παρούσα Αξία (Net Present Value - NPV) [135]. Τονίζεται ότι, το κύριο αριθμητικό μοντέλο είναι η Καθαρή Παρούσα Αξία, ενώ η παρουσίαση των TCO γίνεται για λόγους πληρότητας και σύγκρισης. Συγκρίνοντας τη μέθοδο TCO με την NPV προκύπτουν τα παρακάτω συμπεράσματα που παρουσιάζουν τις αδυναμίες της μεθόδου TCO έναντι της NPV [59], [60], [61], [25], [26], [27]:

- Η μέθοδος TCO δεν λαμβάνει υπόψη τη διαχρονική αξία του χρήματος.
- Η μέθοδος TCO απαιτεί μεγαλύτερη τεχνική κατανόηση των υπολογιστικών συστημάτων από τα στελέχη των επιχειρήσεων.
- Η μέθοδος TCO απαιτεί την αποκάλυψη πληροφοριών από τους πωλητές των συστημάτων που συνήθως θεωρούνται εμπιστευτικές.
- Η μέθοδος TCO δεν λαμβάνει υπόψη το δικαίωμα προαίρεσης σε πιο σύνθετα συστήματα.
- Η μέθοδος TCO ελέγχει μόνο τα κόστη κτήσης και καθόλου τα οφέλη.

Με την χρήση της NPV λαμβάνεται υπόψη η πραγματική αξία του χρήματος, ο πληθωρισμός, τα επιτόκια και τυχόν ανατιμήσεις δηλαδή το κόστος του κεφαλαίου (Cost of Capital - CAPEX). Συγκεκριμένα, το Βασικό Επιτόκιο Μεσομακροπρόθεσμων Χορηγήσεων των Ελληνικών Τραπεζών μαζί με τις επιπλέον χρεώσεις, αρχίζει από το 7% και μπορεί να ξεπεράσει το 10% για αγορά επαγγελματικού εξοπλισμού. Αν για παράδειγμα τεθεί ως 10% το κόστος κεφαλαίου η αξία των €100.000 σήμερα, θα γίνει μετά από ένα έτος €90.000 (παρούσα αξία) ή αλλιώς ένα ευρώ σήμερα αξίζει περισσότερο από ένα στο μέλλον [136].

Παράλληλα, στα επόμενα κεφάλαια, γίνεται αναφορά όλων των κοστολογικών κριτηρίων που πρέπει να ληφθούν υπόψη για τον ορθό υπολογισμό του NPV. Στην ανάλυση των κριτηρίων-παραγόντων μεγάλη βαρύτητα θα υπάρξει και στον νεκρό χρόνο λόγω βλάβης που αντιμετωπίζουν τα συστήματα on-premise σε σύγκριση με τις υποσχόμενες αποδόσεις διαθεσιμότητας του SLA των παρόχων Cloud και πόσο αυτό μπορεί να επηρεάσει την απόφαση καθώς και στις αποσβέσεις που δεν αναφέρονται στην βιβλιογραφία και δεν υπολογίζονται στην περίπτωση on-premise εγκατάστασης.

6.2 Καθαρή Παρούσα Αξία

Τι είναι όμως το NPV ή αλλιώς Net Present Value (Καθαρή Παρούσα αξία); Καθαρή Παρούσα Αξία είναι το άθροισμα των παρούσων αξιών των εισερχομένων και εξερχόμενων ταμειακών ροών κατά τη διάρκεια μιας χρονικής περιόδου. Μετράει δηλαδή το πλεόνασμα ή την έλλειψη ταμειακών ροών, σε όρους παρούσας αξίας, σε σχέση με το κόστος κεφαλαίων που χρησιμοποιήθηκαν για μια επένδυση [175].

Βασιζόμενοι στο μοντέλο κόστους-αποτελεσματικότητας και στην Καθαρή Παρούσα Αξία (Net Present Value - NPV) παρατίθεται ο παρακάτω τύπος, για την αγορά παγίου, που στην περίπτωση που εξετάζουμε είναι το datacenter μιας ΜμΕ [137], [138], [139], [156].

$$NPV_p = \sum_{T=0}^N \frac{P_T - C_T^P}{(1 + I_K)^T} + \frac{S}{(1 + I_K)^N} - E$$

Όπου:

- P_T - είναι το ετήσιο όφελος που προκύπτει από την αγορά του περιουσιακού στοιχείου ανά έτος.
- C_T^P - είναι το αναμενόμενο ετήσιο κόστος λειτουργίας κατά το έτος T

- I_K – είναι το κόστος κεφαλαίου, εκφραζόμενο ως το επιτόκιο χρηματοδότησης για το κεφαλαίο αγοράς
- N – είναι ο αναμενόμενος κύκλος ζωής του παγίου (ωφέλιμο χρόνο ζωής)
- S – είναι η υπολειμματική αξία του παγίου μετά από N έτη
- E – είναι το αρχικό κόστος κτήσης του παγίου

Στον παρακάτω τύπο παρουσιάζεται ο Συντελεστής Προεξόφλησης (Σ.Π) που είναι:

$$\text{Σ.Π} = \frac{1}{(1 + I_K)^T}$$

Για παράδειγμα, αν το I_K (κόστος κεφαλαίου – επιτόκιο χρηματοδότησης) είναι 10% βάση του επιτοκίου χορηγήσεων, τότε ο Συντελεστής Προεξόφλησης (Σ.Π.) παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα [136]:

ΕΤΟΣ	ΤΥΠΟΣ	Σ.Π.	ΕΤΟΣ	ΤΥΠΟΣ	Σ.Π.
1	$\text{Σ.Π} = 1/(1 + 0.1)^1$	0.9091	6	$\text{Σ.Π} = 1/(1 + 0.1)^6$	0.5645
2	$\text{Σ.Π} = 1/(1 + 0.1)^2$	0.8264	7	$\text{Σ.Π} = 1/(1 + 0.1)^7$	0.5132
3	$\text{Σ.Π} = 1/(1 + 0.1)^3$	0.7513	8	$\text{Σ.Π} = 1/(1 + 0.1)^8$	0.4665
4	$\text{Σ.Π} = 1/(1 + 0.1)^4$	0.6830	9	$\text{Σ.Π} = 1/(1 + 0.1)^9$	0.4241
5	$\text{Σ.Π} = 1/(1 + 0.1)^5$	0.6209	10	$\text{Σ.Π} = 1/(1 + 0.1)^{10}$	0.3855

Πίνακας 18: Συντελεστής προεξόφλησης για εσωτερική εγκατάσταση

Αντίστοιχα, για τον υπολογισμό του NPV στο Cloud ο τύπος είναι:

$$NPV_L = \sum_{T=0}^N \frac{P_T - C_T^L}{(1 + I_K)^T} - \sum_{T=0}^N \frac{L_T}{(1 + I_R)^T}$$

Όπου:

- C_T^L – είναι το αναμενόμενο ετήσιο κόστος λειτουργίας κατά το έτος T
- L_T – είναι το κόστος μισθώματος κατά το έτος T
- I_R – είναι το επιτόκιο για την χρηματοδότηση του κόστους μισθωμάτων

Στον παραπάνω τύπο παρουσιάζεται ο Συντελεστής Προεξόφλησης (Σ.Π) που είναι:

$$\Sigma.Π = \frac{1}{(1 + I_R)^T}$$

Το επιτόκιο στην περίπτωση της Cloud υλοποίησης λογίζεται πάντα μικρότερο από αυτό της περίπτωσης αγοράς εξοπλισμού λόγω της υψηλής προβλεψιμότητας και της σταθερότητας κάθε δόσης (πληρωμή μηνιαίας ή ετήσιας συνδρομής χωρίς προσαυξήσεις ή έκτακτα έξοδα). Στα πλαίσια της εργασίας το επιτόκιο ορίζεται ως 8%. Αντίστοιχα, ο Συντελεστής Προεξόφλησης (Σ.Π.) βάση του επιτοκίου χορηγήσεων παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα:

ΕΤΟΣ	ΤΥΠΟΣ	Σ.Π.	ΕΤΟΣ	ΤΥΠΟΣ	Σ.Π.
1	$\Sigma.Π = 1/(1 + 0.08)^1$	0.9259	6	$\Sigma.Π = 1/(1 + 0.08)^6$	0.6302
2	$\Sigma.Π = 1/(1 + 0.08)^2$	0.8573	7	$\Sigma.Π = 1/(1 + 0.08)^7$	0.5835
3	$\Sigma.Π = 1/(1 + 0.08)^3$	0.7938	8	$\Sigma.Π = 1/(1 + 0.08)^8$	0.5403
4	$\Sigma.Π = 1/(1 + 0.08)^4$	0.7350	9	$\Sigma.Π = 1/(1 + 0.08)^9$	0.5002
5	$\Sigma.Π = 1/(1 + 0.08)^5$	0.6806	10	$\Sigma.Π = 1/(1 + 0.08)^{10}$	0.4632

Πίνακας 19: Συντελεστής προεξόφλησης για εγκατάσταση στο Cloud

Κατά την διαδικασία ελέγχου με την χρήση των παραπάνω τύπων, το τελικό συμπέρασμα στο κρίσιμο ερώτημα αγοράς ή ενοικίασης, on-premise εγκατάσταση ή Cloud, προκύπτει από το αποτέλεσμα του ΔNPV.

Το ΔNPV ορίζεται ως $NPV_P - NPV_L$ όπου NPV_P είναι η καθαρή παρούσα αξία στην περίπτωση on-premise εγκατάστασης και NPV_L είναι αντίστοιχα η αξία στην περίπτωση του Cloud.

Στους παραπάνω τύπους, το ετήσιο όφελος P_T είναι το ίδιο και στις δύο περιπτώσεις, μιας και στην περίπτωση του Cloud και σε αυτή της on-premise εγκατάστασης, η παραγωγικότητα του συστήματος δεν διαφοροποιείται και γίνεται έλεγχος δύο όμοιων πληροφοριακών συστημάτων. Συμπληρωματικά, θα πρέπει να αναφερθεί η παραδοχή ότι και τα δύο συστήματα που συγκρίνονται είναι αντίστοιχων δυνατοτήτων, δηλαδή, εξυπηρετούν το ίδιο πλήθος χρηστών, την ίδια κίνηση στο δίκτυο με την ίδια απόδοση.

Αν το αποτέλεσμα του τύπου $\Delta NPV = NPV_P - NPV_L$ είναι αρνητικό (< 0) τότε θα πρέπει να υιοθετηθεί η λύση του Cloud, αλλιώς αν είναι θετικό (≥ 0) τότε η ΜμΕ θα πρέπει να προσανατολιστεί στην on-premise λύση. Συγκεκριμένα, για όσο

περισσότερα χρόνια βρίσκεται το ΔNPV σε αρνητικές τιμές η λύση του Cloud είναι η πλέον συμφέρουσα. Στην περίπτωση που η καμπύλη του γραφήματος παρουσιάζει αύξηση και τελικά εισέρχεται σε θετικές τιμές μετά την πάροδο για παράδειγμα πέντε (5) ετών τότε θα πρέπει η ΜμΕ να εξετάσει την περίπτωση δημιουργίας datacenter εντός.

Λαμβάνοντας υπόψη την παραπάνω παραδοχή και αναπτύσσοντας τον τύπο του ΔNPV προκύπτει η απαλοιφή του όρου P_T :

$$\begin{aligned}\Delta NPV &= NPV_P - NPV_L \\ \Rightarrow \sum_{T=0}^N \frac{P_T - C_T^P}{(1+I_K)^T} + \frac{S}{(1+I_K)^N} - E - \sum_{T=0}^N \frac{P_T - C_T^L}{(1+I_K)^T} + \sum_{T=0}^N \frac{L_T}{(1+I_R)^T} \\ \Rightarrow \sum_{T=0}^N \frac{C_T^L - C_T^P}{(1+I_K)^T} + \frac{S}{(1+I_K)^N} + \sum_{T=0}^N \frac{L_T}{(1+I_R)^T} - E\end{aligned}$$

Όπου:

- C_T^P – Είναι το αναμενόμενο ετήσιο κόστος λειτουργίας κατά το έτος T
- I_K – Είναι το κόστος κεφαλαίου, εκφραζόμενο ως το επιτόκιο χρηματοδότησης για το κεφαλαίο αγοράς
- N – Είναι ο αναμενόμενος κύκλος ζωής του παγίου (ωφέλιμο χρόνο ζωής), όπως προαναφέρθηκε, ο χρόνος ζωής ισούται με 5 έτη.
- S – Είναι η υπολειμματική αξία του παγίου μετά από N έτη. Κάνουμε την παραδοχή ότι έως τα 5 έτη είναι ίσο με την υπολειμματική αξία του τύπου υπολογισμού αποσβέσεων.
- E – Είναι το αρχικό κόστος κτήσης του παγίου
- C_T^L – Είναι το αναμενόμενο ετήσιο κόστος λειτουργίας του μισθώματος κατά το έτος T
- L_T – Είναι το κόστος μισθώματος κατά το έτος T
- I_R – Είναι το επιτόκιο για την χρηματοδότηση του κόστους μισθωμάτων

Συμπληρωματικά, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη, ανά έτος αναφοράς, οι αποσβέσεις και ο χρόνος εκτός λειτουργίας (downtime). Στον παρακάτω τύπο δεν λαμβάνεται υπόψη μόνο το αρχικό κόστος αλλά και το κόστος του νεκρού χρόνου (downtime) και το κόστος των αποσβέσεων. Αποτυπώνεται δηλαδή αυτή ακριβώς η

χρονική μεταβλητότητα του κόστους. Να σημειωθεί ότι γίνεται χρήση της μεθόδου αποσβέσεων ευθείας γραμμής (ισομερισμού σε 5 έτη).

$$\Delta NPV = \sum_{T=0}^5 \frac{C_T^L - C_T^P - Dc_{CT} + De_{CT}}{(1 + I_K)^T} + \frac{S}{(1 + I_K)^N} + \sum_{T=0}^5 \frac{L_T + Dc_{LT} - De_{LT}}{(1 + I_R)^T} - E$$

Όπου επιπλέον:

- $De_{CT} - De_{LT}$ είναι οι αποσβέσεις (για έως και πέντε χρόνια με $5 \leq T \leq 1$). Βάσει του ότι όταν $NPV > 0$ τότε αγορά εξοπλισμού και λόγω του ότι οι αποσβέσεις αφαιρούν αξία από το CAPEX, το πρόσημο στο πρώτο κλάσμα είναι θετικό. Αντίστροφα, λόγω του ότι $NPV < 0$ τότε ενοικίαση εξοπλισμού και λόγω του ότι οι αποσβέσεις αφαιρούν αξία από το OPEX της ενοικίασης το πρόσημο στο δεύτερο κλάσμα είναι αρνητικό. Αντιστρόφως ανάλογη είναι η περίπτωση με το κόστος του downtime.
- $Dc_{CT} - Dc_{LT}$ είναι το κόστος του χρόνου εκτός λειτουργίας (downtime) των συστημάτων. Σύμφωνα με τα στοιχεία που αναλύθηκαν στα πλαίσια της εργασίας από διάφορες ΜμΕ στην Ελλάδα αλλά και από άλλες έρευνες ο χρόνος downtime κυμαίνεται από 24 έως 27 ώρες ετησίως [140], [141], [142]. Ο υπολογισμός του κόστους αυτού του χρόνου είναι εξαιρετικά δύσκολο να βρεθεί και απαιτεί την εμπλοκή όλων των κοστολογικών παραμέτρων της ΜμΕ όπως τζίρος, εργατικό κόστος, πωλήσεις, αποσβέσεις, κλπ. Σύμφωνα με στοιχεία από έρευνα της Symantec το μέσο κόστος ανάλογα με το μέγεθος της ΜμΕ, κυμαίνεται από \$3.000 - \$23.000 ανά ημέρα [143], [144], [145]. Στα πλαίσια της εργασίας, η αποτίμηση του κόστους downtime ζητήθηκε από την κάθε εταιρία ξεχωριστά και όπως παρουσιάζεται σε επόμενο κεφάλαιο, το κόστος κυμαίνεται ανάλογα με το μέγεθος της επιχείρησης, περί τα 2.000€ στις μικρές και έως και 20.000€ στις μεσαίες επιχειρήσεις ανά ημέρα (24 ώρες). Στην περίπτωση του Cloud, ως downtime λογίζεται ο επιθυμητός χρόνος (ποσοστό) που συμφωνείτε μεταξύ παρόχου και πελάτη βάσει του SLA. Στην περίπτωση της Cloud υλοποίησης (SaaS και IaaS) τα SLA των παρόχων κυμαίνονται ανάλογα την υπηρεσία από 99,9% έως και 99,995%. Στα πλαίσια της εργασίας κάνουμε την παραδοχή ότι το ποσοστό διαθεσιμότητας είναι ίσο με 99,9%, δηλαδή υπάρχει ένα downtime περίπου 8 ωρών και 45 λεπτών ανά έτος. Στην περίπτωση της on-premise εγκατάστασης και για μετά το πέρας των πρώτων πέντε (5) ετών το κόστος του downtime παρουσιάζει αύξηση κατά 8% κάθε έτος λόγω παλαιώσης του εξοπλισμού, λήξης εγγύησης, ασυμβατότητας υλικού με λογισμικό.

- Ως S (υπολειμματική αξία του παγίου μετά από N έτη) κάνουμε την παραδοχή ότι έως τα 5 έτη είναι ίσο με την υπολειμματική αξία του τύπου υπολογισμού αποσβέσεων. Πέραν των 5 ετών και μέχρι τα 10 έτη η αξία θα είναι ίση με το 2% του αρχικού κόστους κτήσης σύμφωνα με εκτιμήσεις που πραγματοποιήθηκαν από τις ΜμΕ που ερωτήθηκαν στα πλαίσια της έρευνας. Η συγκεκριμένη προσαύξηση παρουσιάζεται παρακάτω στον τύπο που αφορά για χρονικό διάστημα μεγαλύτερο των πέντε (5) ετών.

Αντίστοιχα, όταν πρέπει να ελεγχθεί η περίπτωση για το χρονικό διάστημα από το έκτο (6) έτος έως και το δέκατο (10) τότε στον παραπάνω τύπο εισάγονται και οι πρόσθετες αυξήσεις αλλά μηδενίζονται οι όροι των αποσβέσεων De_{CT} και De_{LT} :

- 8% του κόστους των downtime Dc_{CT} .
- 5% στον όρο ετήσιου κόστους λειτουργίας στην εσωτερική εγκατάσταση C_T^P .
- 2% στο ετήσιο κόστος λειτουργίας στο Cloud C_T^L .
- 2% στο κόστος μισθώματος στο Cloud L_T .
- 2% της αρχικής υπολειμματική αξία S.

$$\Delta NPV = \sum_{T>5}^{10} \frac{C_T^L + (0.02 * C_T^L) - C_T^P - Dc_{CT} + (0.05 * C_T^P) - (0.08 * Dc_{CT})}{(1 + I_K)^T} + \frac{(0.02 * S)}{(1 + I_K)^N} + \sum_{T>5}^{10} \frac{L_T + (0.02 * L_T) + Dc_{LT}}{(1 + I_R)^T} - E$$

Στον παρακάτω πίνακα, παρουσιάζονται αναλυτικά τα κοστολογικά κριτήρια καθώς και η συμμετοχή τους στις περιπτώσεις εσωτερικής εγκατάστασης και σε Cloud λύσεις για την εύρεση του TCO. Σε αυτόν τον πίνακα βασίστηκε η έρευνα που πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια της εργασίας για την αναζήτηση στοιχείων από Ελληνικές ΜμΕ. Προσοχή πρέπει να δοθεί στο γεγονός ότι δεν μπορεί να απεικονιστεί η χρονική μεταβλητότητα του συνολικού κόστους για τα έτη πέραν του πρώτου όπως προαναφέρθηκε. Κατά την παρουσίαση της μελέτης των στοιχείων ΜμΕ σε επόμενο κεφάλαιο, πέραν από την αναγραφή του κόστους TCO, γίνεται προσέγγιση και υπολογισμός του συνολικού κόστους με την μέθοδο NPV, όπου αποτυπώνεται η χρονική μεταβλητότητα και συμπεριλαμβάνονται οι αποσβέσεις αλλά και οι πιθανές ποσοστιαίες αυξήσεις σε απαιτήσεις υλικού/υπηρεσιών αλλά και κόστος.

Κόστος datacenter σε εσωτερική εγκατάσταση και στο Cloud			
1. Κόστος Εγκατάστασης Συστημάτων	Εσωτερική Εγκατάσταση	SaaS	IaaS
Κεντρικό πληροφοριακό σύστημα (Servers / VMs)			
Αδιάλειπτης παροχής Ενέργειας (UPS, γεννήτρια)			
Υλικά δικτυακής υποδομής (Router, Switches, Firewall)			
Ασφάλειας (Πυρόσβεσης, ελεγχόμενη εισόδου, Συναγερμός)			
Επιπλέον μέτρα ασφάλειας (VPN, Certificates, , Authentication, encryption)			
Βοηθητικά συστήματα (Backup, Replica Server, τηλε-ειδοποίησης)			
Δομημένη καλωδίωση			
Κλιματισμός			
Σύνολα			
2. Κόστος Υπηρεσιών – Λογισμικού	Εσωτερική Εγκατάσταση	SaaS	IaaS
Μελέτη εγκατάστασης, επικινδυνότητας			
Λειτουργικό			
Κόστος Λογισμικού ERP, CRM, DBMS, WMS (αρχικό & χρηστών)			
Εγκατάσταση, παραμετροποίησης Server			
Εγκατάσταση, παραμετροποίησης λογισμικών			
Εγκατάσταση, παραμετροποίησης δικτυακού εξοπλισμού			
Εκπαίδευση χρηστών, διαχειριστών			
Λογισμικό προστασίας (Antivirus)			
Πρόσβασης στο διαδίκτυο			
Μισθοδοσία υπαλλήλων			
Απώλειες εσόδων λόγω βλαβών (downtime)			
Σύνολο			
3. Κόστος Χώρου	Εσωτερική Εγκατάσταση	SaaS	IaaS
Χώρου datacenter			
Βοηθητικός χώρος (UPS, γεννήτρια, backup server)			
Χώρος στέγασης τμήματος πληροφορικής			
Σύνολο			
4. Ετήσιο Κόστος Λειτουργίας πέραν του 1ου έτους	Εσωτερική Εγκατάσταση	SaaS	IaaS
Ετήσιο κόστος ανανέωσης datacenter στο Cloud			
Συντήρησης, υποστήριξης datacenter			
Βοηθητικά συστήματα (Backup, Replica Server, τηλε-ειδοποίησης)			
Ενοικίασης χώρου datacenter			
Ενοικίασης βοηθητικού χώρου, τμήματος πληροφορικής			
Ενέργειας			
Συντήρησης δικτυακού εξοπλισμού			
Συντήρηση, ανανέωση λογισμικών			
Ανανέωση Antivirus			
Επιπλέον μέτρα ασφάλειας (VPN, Certificates, , Authentication, encryption)			
Υπηρεσιών ασφάλειας χώρων			
Πρόσβασης στο διαδίκτυο			
Χρήσης δικτύου			
Μισθοδοσία υπαλλήλων			
Απώλειες εσόδων λόγω βλαβών (downtime)			
Σύνολο			
Συνολικό κόστος (TCO)	Εσωτερική Εγκατάσταση	SaaS	IaaS
Αρχικό κόστος εγκατάστασης (CAPEX) + OPEX 1ου έτους			
Λειτουργικό κόστος (OPEX)			
Σύνολο 1 ^{ου} έτους			
Σύνολο 5 ^{ου} έτους			
Σύνολο 10 ^{ου} έτους			

Πίνακας 20: Πρότυπος συγκεντρωτικός κοστολογικός πίνακας

7

Μελέτη Περιπτώσεων

7.1 Γενικά

Στα πλαίσια της αναζήτησης πραγματικών στοιχείων από Ελληνικές ΜμΕ, δημιουργήθηκε ηλεκτρονικό ερωτηματολόγιο, μέσω του οποίου συλλέχθηκαν στοιχεία που αφορούσαν δεδομένα υλοποιημένων datacenters και απαντήθηκε αποκλειστικά από τους υπευθύνους-διαχειριστές των πληροφοριακών συστημάτων των επιχειρήσεων και όχι από άλλα στελέχη. Συγκεκριμένα, τα ερωτήματα ήταν απολύτως σχετικά με τα κοστολογικά κριτήρια που αναφέρονται στους πίνακες του πέμπτου (5) κεφαλαίου ενώ μεγάλη βαρύτητα δόθηκε στο πρωταρχικό ερώτημα επιλογής των δύο εκ των τριών βασικών κριτηρίων α) ασφάλεια, β) κόστος και γ) απόδοση.

Η συλλογή των δεδομένων κρίθηκε απαραίτητη για τους παρακάτω λόγους:

- i. Για τον έλεγχο και επαλήθευση του οικονομικού μοντέλου που παρουσιάζεται στην εν λόγω εργασία με χρήση πραγματικών δεδομένων Ελληνικών ΜμΕ.
- ii. Για την παρουσίαση της πρωταρχικής μεθόδου επιλογής η οποία ορίζεται από έναν κανόνα δύο (2) κριτηρίων από τρία (3) (τρίλημμα) στους άμεσα ενδιαφερόμενους και την αποκόμιση χρήσιμων συμπερασμάτων.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας οι εταιρίες που επέλεξαν την ασφάλεια ως πρώτο κριτήριο δεν επιθυμούσαν την λύση του Cloud ακόμη και στην περίπτωση της υβριδικής υλοποίησης μεταφέροντας στο Cloud ορισμένες από τις υπηρεσίες τους. Το εν λόγω συμπέρασμα ισχυροποιεί ακόμη περισσότερο τον κανόνα που προαναφέρθηκε και αναλύθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο. Στα πλαίσια της εργασίας, ακόμη και αν επιλέχθηκε το κριτήριο της ασφάλειας ως πρωταρχικό, αναλύεται μέσω του οικονομικού μοντέλου η λύση του Cloud. Στην περίπτωση όμως που η λύση του Cloud είναι οικονομικότερη σε βάθος χρόνου από αυτή του datacenter εντός της επιχείρησης και ένα από τα δύο επιλεγμένα πρωταρχικά κριτήρια είναι η ασφάλεια, τότε, η απόφαση για την μετάβαση είναι αποτέλεσμα αποτίμησης του

κινδύνου ως κόστος από τα στελέχη της επιχείρησης και αντιπαραβολή (διαφορά) του με το αποτέλεσμα του αποτελέσματος του αριθμητικού μοντέλου. Γενικά, μπορούν να καταγραφούν δύο περιπτώσεις:

1. Το αριθμητικό μοντέλο ολοκληρώνει τον σκοπό του και παραδίδει τα αποτελέσματα σε άλλο μοντέλο απόφασης, μη αριθμητικό (non numeric model) που βασίζεται στην υποκειμενικότητα αυτών που θα λάβουν την τελική απόφαση (απόφαση Διευθυντικού στελέχους).
2. Γίνεται αποτίμηση και διερευνάται πόσο κοστίζει τελικά για την επιχείρηση μία παραβίαση ασφάλειας. Ενδεικτικά, σύμφωνα με έρευνα του 2013 που διενήργησε το Ponemon Institute για την IBM, σε περίπτωση παραβίασης και κλοπής δεδομένων, το μέσο κόστος για κάθε εγγραφή που διαρρέει είναι 137€ [152]. Αν στην βάση δεδομένων μιας επιχείρησης διατηρούνται για παράδειγμα 5.000 εγγραφές που αφορούν στοιχεία πελατών, τότε η συνολική ζημιά για την επιχείρηση ανέρχεται στο ποσό των 685.000€. Το προαναφερόμενο κόστος δεν αφορά δεδομένα πιστωτικών καρτών πελατών, μιας και οι περισσότερες επιχειρήσεις δεν διατηρούν τέτοια δεδομένα, αλλά μόνο προσωπικά στοιχεία όπως για παράδειγμα όνομα, επώνυμο, διεύθυνση κατοικίας, τηλέφωνο, όνομα χρήστη, κωδικός πρόσβασης. Είναι εύκολα αντιληπτό ότι στην περίπτωση που εισαχθεί το παραπάνω κόστος στον τύπο υπολογισμού TCO ή NPV τότε το αποτέλεσμα δεν ευνοεί καθόλου την λύση της εγκατάστασης στο Cloud με δεδομένο ότι στην on-premise εγκατάσταση υπάρχει μεγαλύτερη ασφάλεια.

Για τις επιχειρήσεις που επιθυμούν την αύξηση της απόδοσης και την μείωση του κόστους, έγινε παράλληλα αναζήτηση του κόστους και των τεχνικών λύσεων στο Cloud.

Στις επόμενες ενότητες γίνεται ενδεικτικά ανάλυση των κοστολογικών στοιχείων τριών (3) ΜμΕ διαφορετικών μεγεθών. Η επιλογή των εταιριών με διαφορετικό δυναμικό και κύκλο εργασιών έγινε για την καλύτερη και πληρέστερη απεικόνιση των αποτελεσμάτων του οικονομικού μοντέλου. Στην αναζήτηση των οικονομικών δεδομένων για λύσεις στο Cloud παρουσιάζεται η λύση του SaaS καθώς και η IaaS μιας και η τελική απόφαση είναι αποκλειστικά των διοικήσεων των επιχειρήσεων.

Ως παραδοχή, θα πρέπει να αναφερθεί ότι, η επιλογή του προγράμματος με τα ανάλογα χαρακτηριστικά σε λύσεις SaaS ή IaaS αντίστοιχα, έγινε για την κάλυψη τουλάχιστον των τρεχουσών απαιτήσεων που είχαν την στιγμή της έρευνας οι επιχειρήσεις, ενώ στην περίπτωση του IaaS επιλέχθηκε πάροχος με εγκαταστάσεις στην Ευρώπη.

7.2 Μελέτη Περίπτωσης: 1^η ΜμΕ

Στην εν λόγω ενότητα αναλύεται η πρώτη περίπτωση ΜμΕ με κύκλο εργασιών περί τα 2.000.000€, η οποία χρησιμοποιεί datacenter (εσωτερική εγκατάσταση) που δημιουργήθηκε το 2007 με 10 χρήστες, χωρίς την χρήση virtualization.

Η υποστήριξη των πληροφοριακών συστημάτων της επιχείρησης θα γίνεται από εξωτερικό συνεργάτη. Το datacenter είναι εκτός εγγύησης, έχει παρέλθει ο ωφέλιμος χρόνος ζωής του και λειτουργεί για πάνω από πέντε χρόνια με αποτέλεσμα οι υπεύθυνοι της επιχείρησης να προσανατολίζονται στην λύση ανανέωσης του εξοπλισμού. Σύμφωνα με στατιστικά δεδομένα που συλλέχτηκαν, το datacenter λειτουργεί συνήθως στο 60% της επεξεργαστικής του δυνατότητας.

Οι εκπρόσωποι της επιχείρησης, στο πρωταρχικό ερώτημα σχετικά με την επιλογή δύο από τα τρία κριτήρια απάντησαν ότι επιθυμούν α) Ασφάλεια και β) Κόστος (μείωση). Σύμφωνα με τον πρωταρχικό κανόνα η λύση του Cloud δεν είναι η ενδεδειγμένη αλλά ζητήθηκε η ανάλυση με χρήση του προτεινόμενου οικονομικού μοντέλου για τον έλεγχο του κόστους. Σε μεταγενέστερο χρόνο μπορεί η ΜμΕ να αποτιμήσει το κόστος του ρίσκου και σε συνδυασμό με τα αποτελέσματα του κόστους υλοποίησης να λάβει την τελική απόφαση.

Αναφορικά με το ποσοστό του χρόνου εκτός λειτουργίας (downtime) που παρατηρείται λόγω προβλημάτων στο datacenter που ήδη έχουν και στην δικτυακή υποδομή, οι υπεύθυνοι δήλωσαν ότι κατά μέσο όρο, σε διάστημα ενός έτους είναι περίπου μία (1) ημέρα με κόστος περίπου 2.500€. Στηριζόμενοι σε αυτό το στοιχείο θα υπολογιστεί στην μελέτη ο ίδιος χρόνος και το ίδιο κόστος downtime.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα κόστη που επιβαρύνουν και συμμετέχουν στον υπολογισμό του οικονομικού μοντέλου αναλύοντας τις περιπτώσεις εσωτερικής εγκατάστασης, SaaS και IaaS.

Κόστος datacenter σε εσωτερική εγκατάσταση και στο Cloud			
1. Κόστος Εγκατάστασης Συστημάτων	Εσωτερική Εγκατάσταση	SaaS	IaaS
Κεντρικό πληροφοριακό σύστημα (Servers / VMs)	10.000€		2.500€
Αδιάλειπτης παροχής Ενέργειας (UPS, γεννήτρια)	200€	100€	100€
Υλικά δικτυακής υποδομής (Router, Switches, Firewall)	800€	800€	800€
Ασφάλειας (Πυρόσβεσης, ελεγχόμενης εισόδου, Συναγερμός)			
Βοηθητικά συστήματα (Backup, Replica Server, τηλε-ειδοποίησης)	5.000€		300€
Επιπλέον μέτρα ασφάλειας (VPN, Certificates, Authentication)			500€
Δομημένη καλωδίωση	2.500€		
Κλιματισμός	600€		
Σύνολο	19.100€	900€	4.200€
2. Κόστος Υπηρεσιών – Λογισμικού	Εσωτερική Εγκατάσταση	SaaS	IaaS
Μελέτη εγκατάστασης, επικινδυνότητας	1.500€	1.500€	1.500€
Λειτουργικό	1.000€		
Κόστος Λογισμικού ERP, CRM, DBMS, WMS (αρχικό & χρηστών)	52.000€	8.260€	52.000€
Εγκατάστασης, παραμετροποίησης Server	1.000€		2.700€
Εγκατάστασης, παραμετροποίησης λογισμικών	1.400€		1.400€
Εγκατάστασης, παραμετροποίησης δικτυακού εξοπλισμού	500€	500€	500€
Εκπαίδευση χρηστών, διαχειριστών	1.700€	1.700€	1.700€
Λογισμικό προστασίας (Antivirus)	1.000€		1.000€
Πρόσβασης στο διαδίκτυο	1.000€	1.500€	1.500€
Μισθοδοσία υπαλλήλων	2.500€	2.500€	2.500€
Απώλειες εσόδων λόγω βλαβών (downtime)			
Σύνολο	61.100€	13.460€	62.300€
3. Κόστος Χώρου	Εσωτερική Εγκατάσταση	SaaS	IaaS
Χώρου datacenter	7.000€ (9 m ²)		
Βοηθητικός χώρος (UPS, γεννήτρια, backup server, encryption)			
Χώρος στέγασης τμήματος πληροφορικής			
Σύνολο	7.000€		
4. Ετήσιο Κόστος Λειτουργίας πέραν του 1ου έτους	Εσωτερική Εγκατάσταση	SaaS	IaaS
Ετήσιο κόστος ανανέωσης datacenter στο Cloud			2.500€
Συντήρησης, υποστήριξης datacenter			260€
Βοηθητικά συστήματα (Backup, Replica Server, τηλε-ειδοποίησης)			500€
Ενοικίασης χώρου datacenter			
Ενοικίασης βοηθητικού χώρου, τμήματος πληροφορικής			
Ενέργειας	500€		
Συντήρησης δικτυακού εξοπλισμού			
Συντήρηση, ανανέωση λογισμικών	3.000€	5.760€	3.000€
Ανανέωση Antivirus	1.200€		1.200€
Επιπλέον μέτρα ασφάλειας (VPN, Certificates, Authentication, encryption)			500€
Υπηρεσιών ασφάλειας χώρων			
Πρόσβασης στο διαδίκτυο	1.000€	1.500€	1.500€
Χρήσης δικτύου			
Μισθοδοσία υπαλλήλων	2.500€	2.500€	2.500€
Απώλειες εσόδων λόγω βλαβών (downtime)	2.500€	(99.9%) 800€	(99.9%) 800€
Σύνολο	10.700€	10.560€	12.760€
Συνολικό κόστος (TCO)	Εσωτερική Εγκατάσταση	SaaS	IaaS
Αρχικό κόστος εγκατάστασης (CAPEX) + OPEX 1ου έτους	87.200€	14.360€	66.500€
Λειτουργικό κόστος μετά το 1 ^ο έτος (OPEX)	10.700€	10.560€	12.760€
Σύνολο 1 ^{ου} έτους	87.200€	14.360€	66.500€
Σύνολο 5 ^{ου} έτους	130.000€	56.600€	117.540€
Σύνολο 10 ^{ου} έτους	183.500€	109.400€	181.340€

Πίνακας 21: Συγκεντρωτικός κοστολογικός πίνακας 1^{ης} Περίπτωσης

Εφαρμόζοντας στην πρώτη περίπτωση ΜμΕ το αριθμητικό μοντέλου που αναλύθηκε στο 5^ο κεφάλαιο έγινε χρήση των τύπων ΔNPV για την ανάλυση του κόστους υλοποίησης και λειτουργίας με στόχο την λήψη απόφασης.

Ο τύπος ΔNPV για τα έτη αναφοράς από το πρώτο (1) μέχρι και το πέμπτο (5) είναι ο παρακάτω:

$$\Delta NPV = \sum_{T=0}^5 \frac{C_T^L - C_T^P - Dc_{CT} + De_{CT}}{(1 + I_K)^T} + \frac{S}{(1 + I_K)^N} + \sum_{T=0}^5 \frac{L_T + Dc_{LT} - De_{LT}}{(1 + I_R)^T} - E$$

Όπου:

- C_T^P – Είναι το αναμενόμενο ετήσιο κόστος λειτουργίας (OPEX) κατά το έτος T. Μετά το τρίτο έτος προσαυξάνεται κατά 2%, ενώ από το έκτο (6) έτος και μετά προσαυξάνεται κατά 5%.
- I_K – Είναι το κόστος κεφαλαίου, εκφραζόμενο ως το επιτόκιο χρηματοδότησης για το κεφάλαιο αγοράς.
- N – Είναι ο αναμενόμενος κύκλος ζωής του παγίου (ωφέλιμο χρόνο ζωής), όπως προαναφέρθηκε, ο χρόνος ζωής ισούται με 5 έτη.
- E – Είναι το αρχικό κόστος κτήσης του παγίου.
- C_T^L – Είναι το αναμενόμενο ετήσιο κόστος λειτουργίας (OPEX) του μισθώματος κατά το έτος T. Μετά το τρίτο έτος προσαυξάνεται κατά 2%.
- L_T – Είναι το κόστος μισθώματος κατά το έτος T.
- I_R – Είναι το επιτόκιο για την χρηματοδότηση του κόστους μισθωμάτων.
- $De_{CT} - De_{LT}$ είναι οι αποσβέσεις.
- $Dc_{CT} - Dc_{LT}$ είναι το κόστος του χρόνου εκτός λειτουργίας (downtime). Στην περίπτωση που εξετάζεται το downtime στο Cloud είναι το 1/3 αυτού της εσωτερικής εγκατάστασης βάσει του SLA του παρόχου.
- Το S (υπολειμματική αξία του παγίου μετά από N έτη), έως τα 5 έτη είναι ίσο με την υπολειμματική αξία του τύπου υπολογισμού αποσβέσεων. Πέραν των 5 ετών και μέχρι τα 10 έτη η αξία θα είναι ίση με το 2% του αρχικού κόστους κτήσης.

Αντίστοιχα, από το έκτο (6) έτος λειτουργίας μέχρι και το δέκατο έτος λειτουργίας ο τύπος είναι ο παρακάτω.

$$\Delta NPV = \sum_{T>5}^{10} \frac{C_T^L + (0.02 * C_T^L) - C_T^P - Dc_{CT} + (0.05 * C_T^P) - (0.08 * Dc_{CT})}{(1 + I_K)^T} + \frac{(0.02 * S)}{(1 + I_K)^N} + \sum_{T>5}^{10} \frac{L_T + (0.02 * L_T) + Dc_{LT} - E}{(1 + I_R)^T}$$

Ο Συντελεστής Προεξόφλησης (Σ.Π.) για την περίπτωση της εσωτερικής εγκατάστασης παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα:

ΕΤΟΣ	ΤΥΠΟΣ	Σ.Π.	ΕΤΟΣ	ΤΥΠΟΣ	Σ.Π.
1	$\Sigma.Π = 1/(1 + 0.1)^1$	0.9091	6	$\Sigma.Π = 1/(1 + 0.1)^6$	0.5645
2	$\Sigma.Π = 1/(1 + 0.1)^2$	0.8264	7	$\Sigma.Π = 1/(1 + 0.1)^7$	0.5132
3	$\Sigma.Π = 1/(1 + 0.1)^3$	0.7513	8	$\Sigma.Π = 1/(1 + 0.1)^8$	0.4665
4	$\Sigma.Π = 1/(1 + 0.1)^4$	0.6830	9	$\Sigma.Π = 1/(1 + 0.1)^9$	0.4241
5	$\Sigma.Π = 1/(1 + 0.1)^5$	0.6209	10	$\Sigma.Π = 1/(1 + 0.1)^{10}$	0.3855

Πίνακας 22: Συντελεστής προεξόφλησης εσωτερικής εγκατάστασης 1^{ης} Περίπτωσης

Ο Συντελεστής Προεξόφλησης (Σ.Π.) για την περίπτωση της υλοποίησης στο Cloud παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα:

ΕΤΟΣ	ΤΥΠΟΣ	Σ.Π.	ΕΤΟΣ	ΤΥΠΟΣ	Σ.Π.
1	$\Sigma.Π = 1/(1 + 0.08)^1$	0.9259	6	$\Sigma.Π = 1/(1 + 0.08)^6$	0.6302
2	$\Sigma.Π = 1/(1 + 0.08)^2$	0.8573	7	$\Sigma.Π = 1/(1 + 0.08)^7$	0.5835
3	$\Sigma.Π = 1/(1 + 0.08)^3$	0.7938	8	$\Sigma.Π = 1/(1 + 0.08)^8$	0.5403
4	$\Sigma.Π = 1/(1 + 0.08)^4$	0.7350	9	$\Sigma.Π = 1/(1 + 0.08)^9$	0.5002
5	$\Sigma.Π = 1/(1 + 0.08)^5$	0.6806	10	$\Sigma.Π = 1/(1 + 0.08)^{10}$	0.4632

Πίνακας 23: Συντελεστής προεξόφλησης Cloud 1^{ης} Περίπτωσης

Στον πίνακα και στο διάγραμμα που ακολουθεί γίνεται αναλυτική αποτύπωση των τιμών όλων των μεταβλητών του οικονομικού μοντέλου και στην συνέχεια αποτυπώνονται τα στοιχεία στο διάγραμμα για να είναι πιο εύκολη η σύγκριση.

Συμπερασματικά, ελέγχοντας και γραφικά το αποτέλεσμα της ΔNPV, αρνητικό (ΔNPV<0) είναι μόνο στην περίπτωση υλοποίησης υιοθετώντας το μοντέλο SaaS, που είναι η πλέον συμφέρουσα περίπτωση κοστολογικά. Στο διάστημα από το πρώτο (1) έτος έως το έκτο (6) υπάρχει φθίνουσα πορεία ενώ από εκεί και έπειτα λόγω της

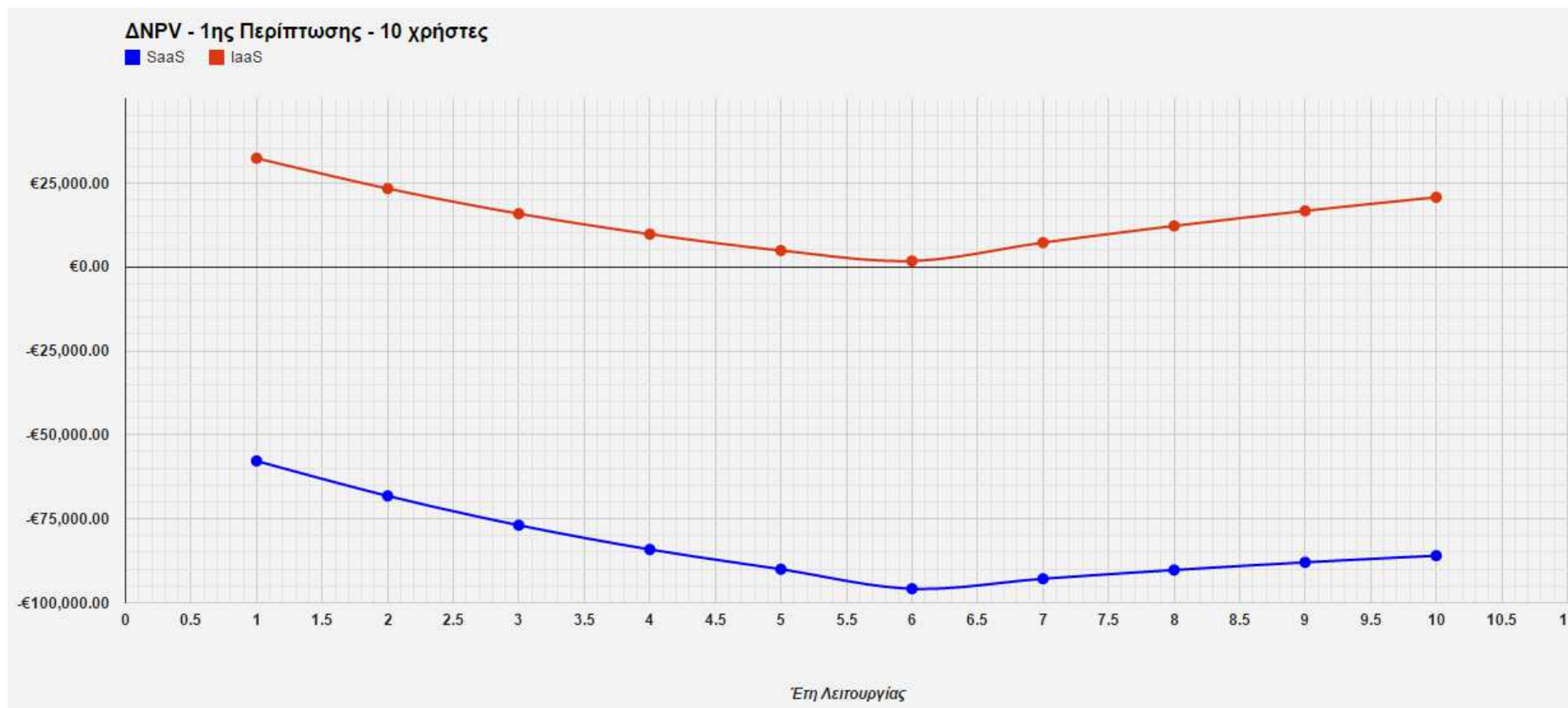
αύξησης του κόστους συντήρησης υπάρχει αύξουσα πορεία της καμπύλης που ακόμη και μετά την παρέλευση δεκαετίας παρουσιάζει μικρή απόκλιση από το μέσο όρο.

Αξίζει να σημειωθεί ότι το ποσό της επένδυσης που δαπανήθηκε στην εν λόγω περίπτωση, συγκριτικά με τις επόμενες ήταν περιορισμένο αλλά όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο, οι περισσότερες ΜμΕ στην Ελλάδα και στην Ευρώπη ανήκουν στην εν λόγω κατηγορία λόγω μεγέθους και λόγω πλήθους υπαλλήλων που απασχολούν.

Με την αποτύπωση των αποτελεσμάτων των συναρτήσεων ΔNPV για την επόμενη δεκαετία μπορούν τα στελέχη των ΜμΕ να προχωρήσουν στην λήψη απόφασης σχετικά με την μετάβαση ή όχι στο Cloud. Προσοχή πρέπει να δοθεί όταν υπεισέρχονται παράγοντες που επηρεάζουν την επιλογή όπως η ασφάλεια των δεδομένων και τελικά μπορεί να αλλάξουν την τελική απόφαση.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΜΕΝΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ - ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ SaaS										
ΕΤΟΣ	C_T^L	C_T^P	Dc _{CT}	De _{CT}	S	L _T	Dc _{LT}	De _{LT}	E	SaaS
1	€16,860.00	€89,700.00	€2,500.00	€3,910.40	€74,700.00	€13,460.00	€800.00	€575.12	€74,700.00	-€57,801.09
2	€8,960.00	€8,200.00	€2,500.00	€3,910.40	€59,760.00	€6,460.00	€800.00	€575.12	€74,700.00	-€68,209.00
3	€8,960.00	€8,200.00	€2,500.00	€3,910.40	€44,820.00	€6,460.00	€800.00	€575.12	€74,700.00	-€76,926.06
4	€8,960.00	€8,200.00	€2,500.00	€3,910.40	€29,880.00	€6,460.00	€800.00	€575.12	€74,700.00	-€84,146.60
5	€8,960.00	€8,200.00	€2,500.00	€3,910.40	€14,940.00	€6,460.00	€800.00	€575.12	€74,700.00	-€90,042.91
6	€9,139.20	€8,610.00	€2,700.00	€0.00	€1,494.00	€6,589.20	€800.00	€0.00	€74,700.00	-€95,838.30
7	€9,321.98	€9,040.50	€2,916.00	€0.00	€1,494.00	€6,720.98	€800.00	€0.00	€74,700.00	-€92,871.61
8	€9,508.42	€9,492.53	€3,149.28	€0.00	€1,494.00	€6,855.40	€800.00	€0.00	€74,700.00	-€90,261.65
9	€9,698.59	€9,967.15	€3,401.22	€0.00	€1,494.00	€6,992.51	€800.00	€0.00	€74,700.00	-€87,980.10
10	€9,892.56	€10,465.51	€3,673.32	€0.00	€1,494.00	€7,132.36	€800.00	€0.00	€74,700.00	-€85,998.05
ΠΙΝΑΚΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΜΕΝΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ - ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ IaaS										
ΕΤΟΣ	C_T^L	C_T^P	Dc _{CT}	De _{CT}	S	L _T	Dc _{LT}	De _{LT}	E	IaaS
1	€69,000.00	€89,700.00	€2,500.00	€3,910.40	€74,700.00	€62,300.00	€800.00	€3,286.40	€74,700.00	€32,309.97
2	€11,160.00	€8,200.00	€2,500.00	€3,910.40	€59,760.00	€8,660.00	€800.00	€3,286.40	€74,700.00	€23,281.81
3	€11,160.00	€8,200.00	€2,500.00	€3,910.40	€44,820.00	€8,660.00	€800.00	€3,286.40	€74,700.00	€15,811.76
4	€11,160.00	€8,200.00	€2,500.00	€3,910.40	€29,880.00	€8,660.00	€800.00	€3,286.40	€74,700.00	€9,718.03
5	€11,160.00	€8,200.00	€2,500.00	€3,910.40	€14,940.00	€8,660.00	€800.00	€3,286.40	€74,700.00	€4,839.72
6	€11,383.20	€8,610.00	€2,700.00	€0.00	€1,494.00	€8,833.20	€800.00	€0.00	€74,700.00	€1,725.24
7	€11,610.86	€9,040.50	€2,916.00	€0.00	€1,494.00	€9,009.86	€800.00	€0.00	€74,700.00	€7,202.15
8	€11,843.08	€9,492.53	€3,149.28	€0.00	€1,494.00	€9,190.06	€800.00	€0.00	€74,700.00	€12,162.63
9	€12,079.94	€9,967.15	€3,401.22	€0.00	€1,494.00	€9,373.86	€800.00	€0.00	€74,700.00	€16,645.27
10	€12,321.54	€10,465.51	€3,673.32	€0.00	€1,494.00	€9,561.34	€800.00	€0.00	€74,700.00	€20,688.80

Πίνακας 24: Υπολογιζόμενα δεδομένα 1^{ης} περίπτωσης



Εικόνα 19: Γραφική απεικόνιση ΔNPV δεδομένων 1ης περίπτωσης

7.3 Μελέτη περίπτωσης: 2^η ΜμΕ

Σε αυτή την ενότητα παρουσιάζεται η ανάλυση της δεύτερης ΜμΕ με κύκλο εργασιών περί τα 33.000.000€ και datacenter (εσωτερική εγκατάσταση) που δημιουργήθηκε το 2006 εντός της επιχείρησης με 80 άδειες χρήσης στο κεντρικό πληροφοριακό σύστημα, όμως αυτές τις άδειες τις μοιράζονται συνολικά 90 χρήστες και γίνεται χρήση virtualization. Παράλληλα, η υποστήριξη των πληροφοριακών συστημάτων της επιχείρησης γίνεται από πληροφορικούς-τεχνικούς που εργάζονται στην επιχείρηση. Το datacenter είναι εκτός εγγύησης, έχει παρέλθει ο ωφέλιμος χρόνος ζωής του και λειτουργεί για πάνω από πέντε χρόνια με αποτέλεσμα οι υπεύθυνοι της επιχείρησης να προσανατολίζονται στην λύση ανανέωσης του εξοπλισμού. Σύμφωνα με στατιστικά δεδομένα που συλλέχθηκαν, το datacenter λειτουργεί συνήθως στο 70% της επεξεργαστικής του δυνατότητας.

Οι εκπρόσωποι της επιχείρησης, στο πρωταρχικό ερώτημα σχετικά με την επιλογή δύο από τα τρία κριτήρια απάντησαν ότι επιθυμούν α) Ασφάλεια και β) Κόστος (μείωση). Σύμφωνα με τον πρωταρχικό κανόνα η λύση του Cloud δεν είναι η ενδεδειγμένη αλλά ζητήθηκε η ανάλυση με χρήση του προτεινόμενου οικονομικού μοντέλου για τον έλεγχο του κόστους υλοποίησης σύμφωνα με την μεθοδολογία που αναπτύχθηκε στην εργασία. Σε μετέπειτα χρόνο μπορεί η ΜμΕ να αποτιμήσει το κόστος του ρίσκου και σε συνδυασμό με τα αποτελέσματα του κόστους υλοποίησης να λάβει την τελική απόφαση.

Αναφορικά με το ποσοστό του χρόνου εκτός λειτουργίας (downtime) που παρατηρείται λόγω προβλημάτων στο datacenter ή στην δικτυακή υποδομή, οι υπεύθυνοι δήλωσαν ότι σε διάστημα ενός έτους είναι περίπου 10 ώρες με κόστος περίπου 1.000€/ώρα, συνολικά δηλαδή 10.000€.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα κόστη που επιβαρύνουν και συμμετέχουν στον υπολογισμό του οικονομικού μοντέλου αναλύοντας τις περιπτώσεις εσωτερικής εγκατάστασης, SaaS και IaaS.

Κόστος datacenter σε εσωτερική εγκατάσταση και στο Cloud			
1. Κόστος Εγκατάστασης Συστημάτων	Εσωτερική Εγκατάσταση	SaaS	IaaS
Κεντρικό πληροφοριακό σύστημα (Servers / VMs)	20.000€		3.980€
Αδιάλειπτης παροχής Ενέργειας (UPS, γεννήτρια)	1.000€	300€	
Υλικά δικτυακής υποδομής (Router, Switches, Firewall)	5.000€	5.000€	5.000€
Ασφάλειας (Πυρόσβεσης, ελεγχόμενη εισόδου, Συναγερμός)	10.000€		
Βοηθητικά συστήματα (Backup, Replica Server, τηλε-ειδοποίησης)			500€
Επιπλέον μέτρα ασφάλειας (VPN, Certificates, Authentication, encryption)			4000€
Δομημένη καλωδίωση	9.000€		
Κλιματισμός	700€		
Σύνολο	45.700€	5.300€	13.480€
2. Κόστος Υπηρεσιών – Λογισμικού	Εσωτερική Εγκατάσταση	SaaS	IaaS
Μελέτη εγκατάστασης, επικινδυνότητας	1.500€	1.500€	1.500€
Λειτουργικό	10.000€		
Κόστος Λογισμικού ERP, CRM, DBMS, WMS (αρχικό & χρηστών)	150.000€	51.490€	150.000€
Εγκατάσταση, παραμετροποίησης Server	2.000€		4.680€
Εγκατάσταση, παραμετροποίησης λογισμικών	48.000€	48.000€	48.000€
Εγκατάσταση, παραμετροποίησης δικτυακού εξοπλισμού			
Εκπαίδευση χρηστών, διαχειριστών	10.000€	10.000€	10.000€
Λογισμικό προστασίας (Antivirus)	1.000€		1.000€
Πρόσβασης στο διαδίκτυο	3.000€	3.000€	3.000€
Μισθοδοσία υπαλλήλων	43.000€	43.000€	43.000€
Απώλειες εσόδων λόγω βλαβών (downtime)			
Σύνολο	225.500€	113.990€	218.180€
3. Κόστος Χώρου	Εσωτερική Εγκατάσταση	SaaS	IaaS
Χώρου datacenter	500€ (20 m2)		
Βοηθητικός χώρος (UPS, γεννήτρια, backup server)			
Χώρος στέγασης τμήματος πληροφορικής	500€ (20 m2)	500€ (20 m2)	500€
Σύνολο	1.000€	500€	500€
4. Ετήσιο Κόστος Λειτουργίας πέραν του 1ου έτους	Εσωτερική Εγκατάσταση	SaaS	IaaS
Ετήσιο κόστος ανανέωσης datacenter στο Cloud			3.980€
Συντήρησης, υποστήριξης datacenter	2.000€		4.680€
Βοηθητικά συστήματα (Backup, Replica Server, τηλε-ειδοποίησης)			500€
Ενοικίασης χώρου datacenter			
Ενοικίασης βοηθητικού χώρου, τμήματος πληροφορικής			
Ενέργειας	1.500€		
Συντήρησης δικτυακού εξοπλισμού	1.000€	1.000€	1.000€
Συντήρηση, ανανέωση λογισμικών	35.500€	20.440	35.500€
Ανανέωση Antivirus	1.000€		1.000€
Επιπλέον μέτρα ασφάλειας (VPN, Certificates, Authentication, encryption)			4000€
Υπηρεσιών ασφάλειας χώρων			
Πρόσβασης στο διαδίκτυο	3.000€	3.000€	3.000€
Χρήσης δικτύου			
Μισθοδοσία υπαλλήλων	43.000€	43.000€	43.000€
Απώλειες εσόδων λόγω βλαβών (downtime)	10.000€	3.300€	3.300€
Σύνολο	97.000€	70.740€	99.960€
Συνολικό κόστος (TCO)	Εσωτερική Εγκατάσταση	SaaS	IaaS
Αρχικό κόστος εγκατάστασης (CAPEX) + OPEX 1ου έτους	225.500€	113.990€	218.180€
Λειτουργικό κόστος μετά το 1 ^ο έτος (OPEX)	97.000€	70.740€	99.960€
Σύνολο 1 ^{ου} έτους	225.500€	113.990€	218.180€
Σύνολο 5 ^{ου} έτους	613.500€	396.950€	618.020€
Σύνολο 10 ^{ου} έτους	1.098.500€	750.650€	1.117.820€

Πίνακας 25: Συγκεντρωτικός κοστολογικός πίνακας 2^{ης} Περίπτωσης

Εφαρμόζοντας στην δεύτερη περίπτωση ΜμΕ το αριθμητικό μοντέλο που αναλύθηκε στο 7^ο κεφάλαιο έγινε χρήση των τύπων ΔNPV για την ανάλυση του κόστους υλοποίησης και λειτουργίας με στόχο την λήψη απόφασης.

Ο τύπος ΔNPV για τα έτη αναφοράς από το πρώτο (1) μέχρι και το πέμπτο (5) είναι ο παρακάτω:

$$\Delta NPV = \sum_{T=0}^N \frac{C_T^L - C_T^P - Dc_{CT} + De_{CT}}{(1+I_K)^T} + \frac{S}{(1+I_K)^N} + \sum_{T=0}^N \frac{L_T + Dc_{LT} - De_{LT}}{(1+I_R)^T} - E$$

Όπου:

- C_T^P – Είναι το αναμενόμενο ετήσιο κόστος λειτουργίας (OPEX) κατά το έτος T. Μετά το τρίτο έτος προσαυξάνεται κατά 2%, ενώ από το έκτο (6) έτος και μετά προσαυξάνεται κατά 5%.
- I_K – Είναι το κόστος κεφαλαίου, εκφραζόμενο ως το επιτόκιο χρηματοδότησης για το κεφαλαίο αγοράς.
- N – Είναι ο αναμενόμενος κύκλος ζωής του παγίου (ωφέλιμο χρόνο ζωής), όπως προαναφέρθηκε, ο χρόνος ζωής ισούται με 5 έτη.
- E – Είναι το αρχικό κόστος κτήσης του παγίου.
- C_T^L – Είναι το αναμενόμενο ετήσιο κόστος λειτουργίας (OPEX) του μισθώματος κατά το έτος T. Μετά το τρίτο έτος προσαυξάνεται κατά 2%.
- L_T – Είναι το κόστος μισθώματος κατά το έτος T.
- I_R – Είναι το επιτόκιο για την χρηματοδότηση του κόστους μισθωμάτων.
- $De_{CT} - De_{LT}$ είναι οι αποσβέσεις.
- $Dc_{CT} - Dc_{LT}$ είναι το κόστος του χρόνου εκτός λειτουργίας (downtime). Στην περίπτωση που εξετάζεται το downtime στο Cloud είναι 1/3 της εσωτερικής εγκατάστασης βάσει του SLA του παρόχου.
- Το S (υπολειμματική αξία του παγίου μετά από N έτη), έως τα 5 έτη είναι ίσο με την υπολειμματική αξία του τύπου υπολογισμού αποσβέσεων. Πέραν των 5 ετών και μέχρι τα 10 έτη η αξία θα είναι ίση με το 2% του αρχικού κόστους κτήσης.

Αντίστοιχα, από το έκτο (6) έτος λειτουργίας μέχρι και το δέκατο έτος λειτουργίας ο τύπος είναι ο παρακάτω.

$$\Delta NPV = \sum_{T>5} \frac{C_T^L - C_T^P - Dc_{CT} + (0.05 * C_T^P) - (0.10 * Dc_{CT})}{(1 + I_K)^T} + \frac{S}{(1 + I_K)^N} + \sum_{T>5} \frac{L_T + Dc_{LT}}{(1 + I_R)^T} - E$$

Ο Συντελεστής Προεξόφλησης (Σ.Π.) για την περίπτωση της εσωτερικής εγκατάστασης παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα:

ΕΤΟΣ	ΤΥΠΟΣ	Σ.Π.	ΕΤΟΣ	ΤΥΠΟΣ	Σ.Π.
1	$\Sigma.Π = 1/(1 + 0.1)^1$	0.9091	6	$\Sigma.Π = 1/(1 + 0.1)^6$	0.5645
2	$\Sigma.Π = 1/(1 + 0.1)^2$	0.8264	7	$\Sigma.Π = 1/(1 + 0.1)^7$	0.5132
3	$\Sigma.Π = 1/(1 + 0.1)^3$	0.7513	8	$\Sigma.Π = 1/(1 + 0.1)^8$	0.4665
4	$\Sigma.Π = 1/(1 + 0.1)^4$	0.6830	9	$\Sigma.Π = 1/(1 + 0.1)^9$	0.4241
5	$\Sigma.Π = 1/(1 + 0.1)^5$	0.6209	10	$\Sigma.Π = 1/(1 + 0.1)^{10}$	0.3855

Πίνακας 26: Συντελεστής προεξόφλησης εσωτερικής εγκατάστασης 2^{ης} Περίπτωσης

Ο Συντελεστής Προεξόφλησης (Σ.Π.) για την περίπτωση της υλοποίησης στο Cloud παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα:

ΕΤΟΣ	ΤΥΠΟΣ	Σ.Π.	ΕΤΟΣ	ΤΥΠΟΣ	Σ.Π.
1	$\Sigma.Π = 1/(1 + 0.08)^1$	0.9259	6	$\Sigma.Π = 1/(1 + 0.08)^6$	0.6302
2	$\Sigma.Π = 1/(1 + 0.08)^2$	0.8573	7	$\Sigma.Π = 1/(1 + 0.08)^7$	0.5835
3	$\Sigma.Π = 1/(1 + 0.08)^3$	0.7938	8	$\Sigma.Π = 1/(1 + 0.08)^8$	0.5403
4	$\Sigma.Π = 1/(1 + 0.08)^4$	0.7350	9	$\Sigma.Π = 1/(1 + 0.08)^9$	0.5002
5	$\Sigma.Π = 1/(1 + 0.08)^5$	0.6806	10	$\Sigma.Π = 1/(1 + 0.08)^{10}$	0.4632

Πίνακας 27: Συντελεστής προεξόφλησης Cloud εγκατάστασης 2^{ης} Περίπτωσης

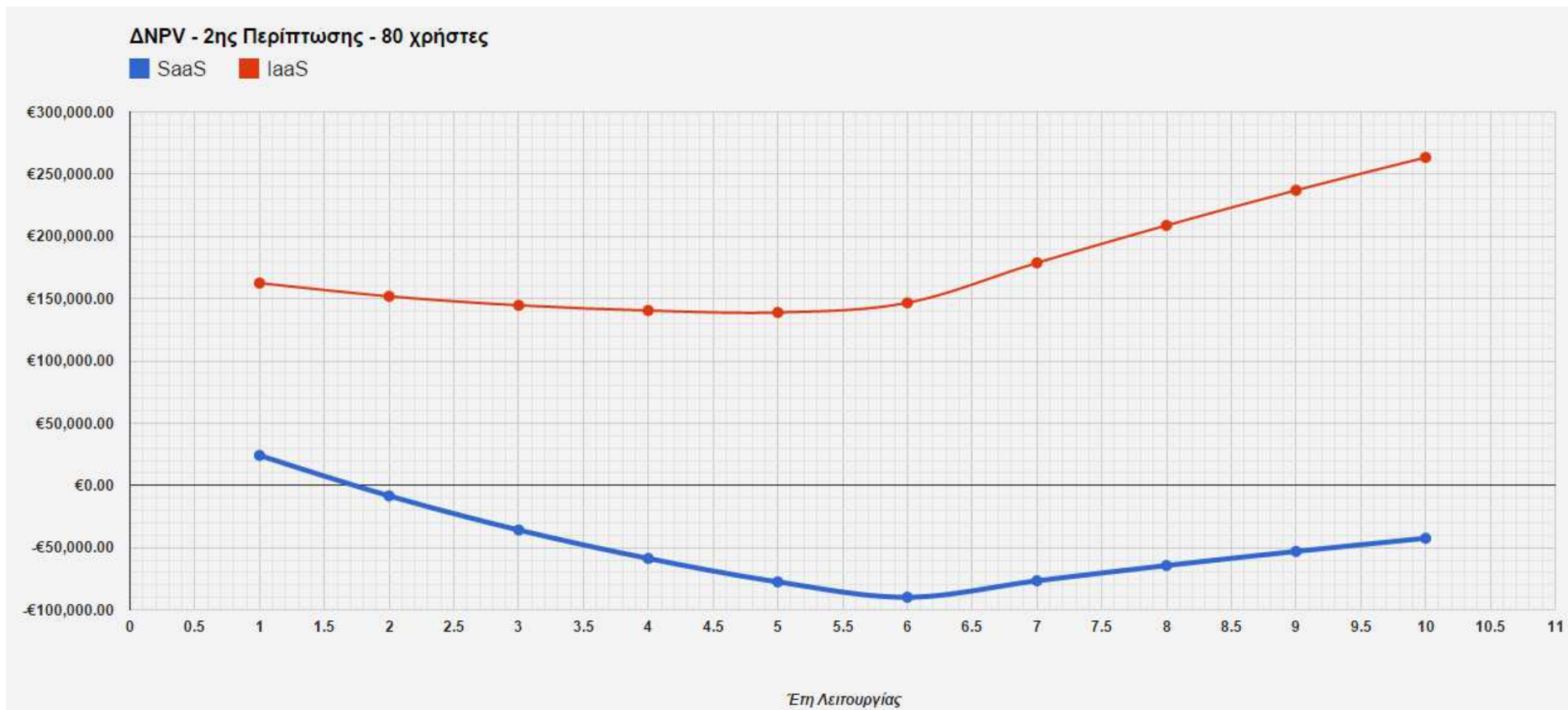
Στον πίνακα που ακολουθεί γίνεται αναλυτική αποτύπωση των τιμών όλων των μεταβλητών των του οικονομικού μοντέλου υπολογισμού και στην συνέχεια αποτυπώνονται τα αποτελέσματα της σύγκρισης στο διάγραμμα.

Συμπερασματικά, ελέγχοντας και γραφικά το αποτέλεσμα της ΔNPV, είναι θετικό το αποτέλεσμα (ΔNPV>0) στην περίπτωση υλοποίησης υιοθετώντας το μοντέλο IaaS ενώ, η περίπτωση του μοντέλου SaaS κινείται σε αρνητικά επίπεδα αλλά το συνολικό όφελος από άποψη κόστους είναι εξαιρετικά μικρό σε σύγκριση με τα ετήσια χρηματοοικονομικά μεγέθη της ίδιας ΜμΕ καθώς και με την αρχική επένδυση και το οποιοδήποτε, έστω και μικρό, ρίσκο ασφάλειας προκύπτει από την υιοθέτηση κάποιων εκ των λύσεων IaaS ή SaaS.

Οπότε, η εσωτερική εγκατάσταση (on-premise) για τις απαιτήσεις της συγκεκριμένης ΜμΕ θεωρείται η πλέον συμφέρουσα.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΜΕΝΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ - ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ SaaS										
ΕΤΟΣ	C_T^L	C_T^P	D_{CT}	De_{CT}	S	L_T	D_{LT}	De_{LT}	E	SaaS
1	€162,290.00	€315,200.00	€10,000.00	€11,346.40	€216,700.00	€113,990.00	€3,300.00	€3,821.48	€216,700.00	€24,066.38
2	€64,140.00	€87,000.00	€10,000.00	€11,346.40	€173,360.00	€21,140.00	€3,300.00	€3,821.48	€216,700.00	-€8,484.74
3	€64,140.00	€87,000.00	€10,000.00	€11,346.40	€130,020.00	€21,140.00	€3,300.00	€3,821.48	€216,700.00	-€35,898.79
4	€64,140.00	€87,000.00	€10,000.00	€11,346.40	€86,680.00	€21,140.00	€3,300.00	€3,821.48	€216,700.00	-€58,761.87
5	€64,140.00	€87,000.00	€10,000.00	€11,346.40	€43,340.00	€21,140.00	€3,300.00	€3,821.48	€216,700.00	-€77,593.90
6	€65,422.80	€91,350.00	€10,800.00	€0.00	€4,334.00	€21,562.80	€3,300.00	€0.00	€216,700.00	-€89,916.70
7	€66,731.26	€95,917.50	€11,664.00	€0.00	€4,334.00	€21,994.06	€3,300.00	€0.00	€216,700.00	-€76,712.05
8	€68,065.88	€100,713.38	€12,597.12	€0.00	€4,334.00	€22,433.94	€3,300.00	€0.00	€216,700.00	-€64,456.95
9	€69,427.20	€105,749.04	€13,604.89	€0.00	€4,334.00	€22,882.62	€3,300.00	€0.00	€216,700.00	-€53,090.56
10	€70,815.74	€111,036.50	€14,693.28	€0.00	€4,334.00	€23,340.27	€3,300.00	€0.00	€216,700.00	-€42,548.08
ΠΙΝΑΚΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΜΕΝΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ - ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ IaaS										
ΕΤΟΣ	C_T^L	C_T^P	D_{CT}	De_{CT}	S	L_T	D_{LT}	De_{LT}	E	IaaS
1	€274,660.00	€315,200.00	€10,000.00	€11,346.40	€216,700.00	€218,180.00	€3,300.00	€9,664.72	€216,700.00	€162,526.12
2	€93,360.00	€87,000.00	€10,000.00	€11,346.40	€173,360.00	€50,360.00	€3,300.00	€9,664.72	€216,700.00	€151,833.97
3	€93,360.00	€87,000.00	€10,000.00	€11,346.40	€130,020.00	€50,360.00	€3,300.00	€9,664.72	€216,700.00	€144,629.26
4	€93,360.00	€87,000.00	€10,000.00	€11,346.40	€86,680.00	€50,360.00	€3,300.00	€9,664.72	€216,700.00	€140,450.69
5	€93,360.00	€87,000.00	€10,000.00	€11,346.40	€43,340.00	€50,360.00	€3,300.00	€9,664.72	€216,700.00	€138,894.87
6	€95,227.20	€91,350.00	€10,800.00	€0.00	€4,334.00	€51,367.20	€3,300.00	€0.00	€216,700.00	€146,621.54
7	€97,131.74	€95,917.50	€11,664.00	€0.00	€4,334.00	€52,394.54	€3,300.00	€0.00	€216,700.00	€178,739.53
8	€99,074.38	€100,713.38	€12,597.12	€0.00	€4,334.00	€53,442.43	€3,300.00	€0.00	€216,700.00	€208,837.63
9	€101,055.87	€105,749.04	€13,604.89	€0.00	€4,334.00	€54,511.28	€3,300.00	€0.00	€216,700.00	€237,034.62
10	€103,076.98	€111,036.50	€14,693.28	€0.00	€4,334.00	€55,601.51	€3,300.00	€0.00	€216,700.00	€263,456.88

Πίνακας 28: Υπολογιζόμενα δεδομένα 2^{ης} περίπτωσης



Εικόνα 20:Γραφική απεικόνιση ΔNPV δεδομένων 2ης Περίπτωσης

7.4 Μελέτη περίπτωσης: 3^η ΜμΕ

Στην περίπτωση ανάλυσης της τρίτης ΜμΕ με κύκλο εργασιών περί τα 40.000.000€, χρησιμοποιεί datacenter (εσωτερική εγκατάσταση) που δημιουργήθηκε το 2010 εντός της επιχείρησης με 120 άδειες χρήσης στο κεντρικό πληροφοριακό σύστημα και γίνεται χρήση virtualization (20 virtual server machines). Η υποστήριξη των πληροφοριακών συστημάτων της επιχείρησης γίνεται από πληροφορικούς που εργάζονται στην επιχείρηση. Οι υπεύθυνοι της επιχείρησης προσανατολίζονται σε υβριδική Cloud λύση για μείωση του κόστους ορισμένων παρεχόμενων υπηρεσιών, άποψη που ταυτίζεται με το αποτέλεσμα που παράγεται από το πρωταρχικό ερώτημα μιας και έθεσαν α) το Κόστος (μείωση) και β) την Ασφάλεια ως τα πιο σημαντικά.

Σύμφωνα με στατιστικά δεδομένα που συλλέχτηκαν, το datacenter λειτουργεί στο 55% της επεξεργαστικής του δυνατότητας.

Η ανάλυση που ακολουθεί γίνεται με οικονομικά δεδομένα από το datacenter που ήδη υπάρχει με χρήση του προτεινόμενου οικονομικού μοντέλου για τον έλεγχο του κόστους και της απόφασης υλοποίησης. Ο έλεγχος γίνεται για λύση on-premise, SaaS και IaaS και όχι για αμιγώς υβριδική λύση μιας και η επιχείρηση υλοποιεί virtualization σε μέγιστο βαθμό με αποτέλεσμα την ικανότητα εκμετάλλευσης του υλικού σε υψηλό ποσοστό, οπότε στην περίπτωση που μεταφέρει υπηρεσίες στο Cloud η μείωση του κόστους (OPEX) θα είναι περιορισμένη.

Αναφορικά με το ποσοστό του χρόνου εκτός λειτουργίας (downtime) που παρατηρείται λόγω προβλημάτων στο datacenter ή στην δικτυακή υποδομή, οι υπεύθυνοι δήλωσαν ότι σε διάστημα ενός έτους είναι περίπου 24 ώρες με κόστος περίπου 20.000€.

Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται οι κοστολογικοί παράγοντες που συμμετέχουν στον υπολογισμό του οικονομικού μοντέλου.

Κόστος datacenter σε εσωτερική εγκατάσταση και στο Cloud			
1. Κόστος Εγκατάστασης Συστημάτων	Εσωτερική Εγκατάσταση	SaaS	IaaS
Κεντρικό πληροφοριακό σύστημα (Servers / VMs)	200.000€		15.560€
Αδιάλειπτης παροχής Ενέργειας (UPS, γεννήτρια)	7.000€	500€	500€
Υλικά δικτυακής υποδομής (Router, Switches, Firewall)	12.000€	10.000€	10.000€
Ασφάλειας (Πυρόσβεσης, ελεγχόμενης εισόδου, Συναγερμός)	1.500€		
Επιπλέον μέτρα ασφάλειας (VPN, Certificates, , Authentication, encryption)			4.500€
Βοηθητικά συστήματα (Backup, Replica Server, τηλε-ειδοποίησης)	20.000€		1.500€
Δομημένη καλωδίωση	5.000€		
Κλιματισμός	900€		
Σύνολα	246.400€	10.500€	32.060€
2. Κόστος Υπηρεσιών – Λογισμικού	Εσωτερική Εγκατάσταση	SaaS	IaaS
Μελέτη εγκατάστασης, επικινδυνότητας	5.000€	5.000€	5.000€
Λειτουργικό	100.000€		
Κόστος Λογισμικού ERP, CRM, DBMS, WMS (αρχικό & χρηστών)	220.000€	62.865€	220.000€
Εγκατάσταση, παραμετροποίησης Server	10.000€		18.936€
Εγκατάσταση, παραμετροποίησης λογισμικών	140.000€	140.000€	140.000€
Εγκατάσταση, παραμετροποίησης δικτυακού εξοπλισμού	3.000€	3.000€	3.000€
Εκπαίδευση χρηστών, διαχειριστών	10.000€	10.000€	10.000€
Λογισμικό προστασίας (Antivirus)	5.000€		5.000€
Πρόσβασης στο διαδίκτυο	1.200€	2.400€	2.400€
Μισθοδοσία υπαλλήλων	100.000€	100.000€	100.000€
Απώλειες εσόδων λόγω βλαβών (downtime)			
Σύνολο	494.200€	223.265€	404.336€
3. Κόστος Χώρου	Εσωτερική Εγκατάσταση	SaaS	IaaS
Χώρου datacenter	10.000€ (20 m ²)		
Βοηθητικός χώρος (UPS, γεννήτρια, backup server)	25.000€ (50 m ²)		
Χώρος στέγασης τμήματος πληροφορικής	10.000€ (20 m ²)	10.000€	10.000€
Σύνολο	45.000€	10.000€	10.000€
4. Ετήσιο Κόστος Λειτουργίας πέραν του 1ου έτους	Εσωτερική Εγκατάσταση	SaaS	IaaS
Ετήσιο κόστος ανανέωσης datacenter στο Cloud			15.560€
Συντήρησης, υποστήριξης datacenter	5.000€		13.936€
Βοηθητικά συστήματα (Backup, Replica Server, τηλε-ειδοποίησης)	20.000€		1.500€
Ενοικίασης χώρου datacenter			
Ενοικίασης βοηθητικού χώρου, τμήματος πληροφορικής			
Ενέργειας	1.200€		
Συντήρησης δικτυακού εξοπλισμού	1.000€	1.000€	1.000€
Συντήρηση, ανανέωση λογισμικών	30.000€	24.940€	30.000€
Ανανέωση Antivirus	5.000€		5.000€
Επιπλέον μέτρα ασφάλειας (VPN, Certificates, , Authentication, encryption)			4500€
Υπηρεσιών ασφάλειας χώρων	600€		
Πρόσβασης στο διαδίκτυο	1.200€	2.400€	2.400€
Χρήσης δικτύου			
Μισθοδοσία υπαλλήλων	100.000€	100.000€	100.000€
Απώλειες εσόδων λόγω βλαβών (downtime)	20.000€	6.300€	6.300€
Σύνολο	184.000€	134.640€	180.196€
Συνολικό κόστος (TCO)	Εσωτερική Εγκατάσταση	SaaS	IaaS
Αρχικό κόστος εγκατάστασης (CAPEX) + OPEX 1ου έτους	785.600€	243.765€	446.396€
Λειτουργικό κόστος μετά το 1 ^ο έτος (OPEX)	184.000€	134.640€	180.196€
Σύνολο 1 ^{ου} έτους	785.600€	243.765€	446.396€
Σύνολο 5 ^{ου} έτους	1.521.600€	782.325€	491.445€
Σύνολο 10 ^{ου} έτους	2.441.600€	1.455.525€	2.068.160€

Πίνακας 29: Συγκεντρωτικός κοστολογικός πίνακας 3^{ης} Περίπτωσης

Εφαρμόζοντας και σε αυτή την περίπτωση ΜμΕ το αριθμητικό μοντέλο που αναλύθηκε στο 7^ο κεφάλαιο έγινε χρήση των τύπων ΔNPV για την ανάλυση του κόστους υλοποίησης και λειτουργίας με στόχο την λήψη απόφασης.

Ο τύπος ΔNPV για τα έτη αναφοράς από το πρώτο (1) μέχρι και το πέμπτο (5) είναι ο παρακάτω:

$$\Delta NPV = \sum_{T=0}^N \frac{C_T^L - C_T^P - Dc_{CT} + De_{CT}}{(1+I_K)^T} + \frac{S}{(1+I_K)^N} + \sum_{T=0}^N \frac{L_T + Dc_{LT} - De_{LT}}{(1+I_R)^T} - E$$

Όπου:

- C_T^P – Είναι το αναμενόμενο ετήσιο κόστος λειτουργίας (OPEX) κατά το έτος T. Μετά το τρίτο έτος προσαυξάνεται κατά 2%, ενώ από το έκτο (6) έτος και μετά προσαυξάνεται κατά 5%.
- I_K – Είναι το κόστος κεφαλαίου, εκφραζόμενο ως το επιτόκιο χρηματοδότησης για το κεφαλαίο αγοράς.
- N – Είναι ο αναμενόμενος κύκλος ζωής του παγίου (ωφέλιμο χρόνο ζωής), όπως προαναφέρθηκε, ο χρόνος ζωής ισούται με 5 έτη.
- E – Είναι το αρχικό κόστος κτήσης του παγίου.
- C_T^L – Είναι το αναμενόμενο ετήσιο κόστος λειτουργίας (OPEX) του μισθώματος κατά το έτος T. Μετά το τρίτο έτος προσαυξάνεται κατά 2%.
- L_T – Είναι το κόστος μισθώματος κατά το έτος T.
- I_R – Είναι το επιτόκιο για την χρηματοδότηση του κόστους μισθωμάτων.
- $De_{CT} - De_{LT}$ είναι οι αποσβέσεις.
- $Dc_{CT} - Dc_{LT}$ είναι το κόστος του χρόνου εκτός λειτουργίας (downtime). Στην περίπτωση που εξετάζεται το downtime στο Cloud είναι 1/3 της εσωτερικής εγκατάστασης βάσει του SLA του παρόχου.
- Το S (υπολειμματική αξία του παγίου μετά από N έτη), έως τα 5 έτη είναι ίσο με την υπολειμματική αξία του τύπου υπολογισμού αποσβέσεων. Πέραν των 5

ετών και μέχρι τα 10 έτη η αξία θα είναι ίση με το 2% του αρχικού κόστους κτήσης.

Αντίστοιχα, από το έκτο (6) έτος λειτουργίας μέχρι και το δέκατο έτος λειτουργίας ο τύπος είναι ο παρακάτω.

$$\Delta NPV = \sum_{T>5} \frac{C_T^L - C_T^P - Dc_{CT} + (0.05 * C_T^P) - (0.10 * Dc_{CT})}{(1+I_K)^T} + \frac{S}{(1+I_K)^N} + \sum_{T>5} \frac{L_T + Dc_{LT}}{(1+I_R)^T} - E$$

Ο Συντελεστής Προεξόφλησης (Σ.Π.) για την περίπτωση της εσωτερικής εγκατάστασης παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα:

ΕΤΟΣ	ΤΥΠΟΣ	Σ.Π.	ΕΤΟΣ	ΤΥΠΟΣ	Σ.Π.
1	$\Sigma.Π = 1/(1+0.1)^1$	0.9091	6	$\Sigma.Π = 1/(1+0.1)^6$	0.5645
2	$\Sigma.Π = 1/(1+0.1)^2$	0.8264	7	$\Sigma.Π = 1/(1+0.1)^7$	0.5132
3	$\Sigma.Π = 1/(1+0.1)^3$	0.7513	8	$\Sigma.Π = 1/(1+0.1)^8$	0.4665
4	$\Sigma.Π = 1/(1+0.1)^4$	0.6830	9	$\Sigma.Π = 1/(1+0.1)^9$	0.4241
5	$\Sigma.Π = 1/(1+0.1)^5$	0.6209	10	$\Sigma.Π = 1/(1+0.1)^{10}$	0.3855

Πίνακας 30: Συντελεστής προεξόφλησης εσωτερικής εγκατάστασης 3^{ης} Περίπτωσης

Ο Συντελεστής Προεξόφλησης (Σ.Π.) για την περίπτωση της υλοποίησης στο Cloud παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα:

ΕΤΟΣ	ΤΥΠΟΣ	Σ.Π.	ΕΤΟΣ	ΤΥΠΟΣ	Σ.Π.
1	$\Sigma.Π = 1/(1+0.08)^1$	0.9259	6	$\Sigma.Π = 1/(1+0.08)^6$	0.6302
2	$\Sigma.Π = 1/(1+0.08)^2$	0.8573	7	$\Sigma.Π = 1/(1+0.08)^7$	0.5835
3	$\Sigma.Π = 1/(1+0.08)^3$	0.7938	8	$\Sigma.Π = 1/(1+0.08)^8$	0.5403
4	$\Sigma.Π = 1/(1+0.08)^4$	0.7350	9	$\Sigma.Π = 1/(1+0.08)^9$	0.5002
5	$\Sigma.Π = 1/(1+0.08)^5$	0.6806	10	$\Sigma.Π = 1/(1+0.08)^{10}$	0.4632

Πίνακας 31: Συντελεστής προεξόφλησης Cloud εγκατάστασης 3^{ης} Περίπτωσης

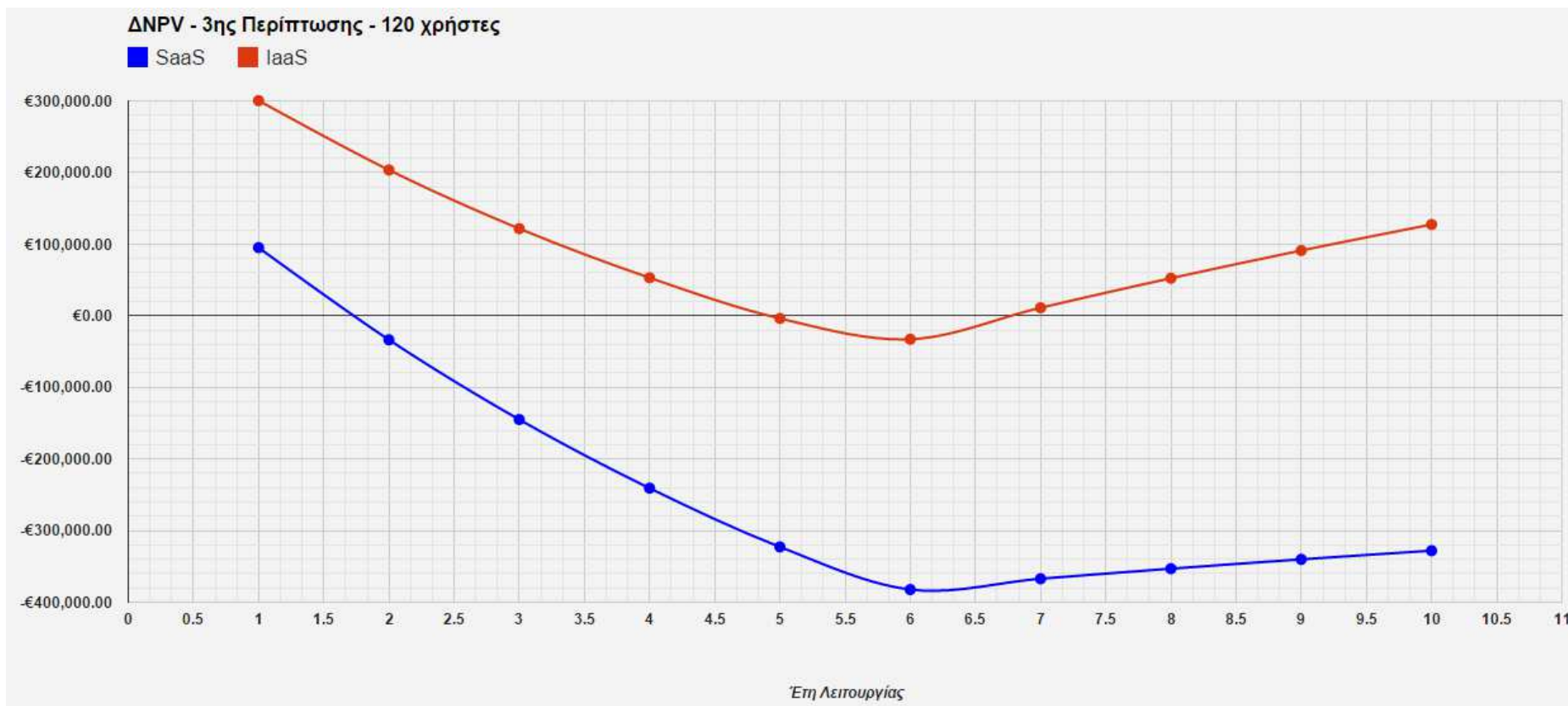
Στον πίνακα που ακολουθεί γίνεται αναλυτική αποτύπωση των τιμών όλων των μεταβλητών του οικονομικού μοντέλου και στην συνέχεια αποτυπώνονται τα αποτελέσματα της σύγκρισης στο διάγραμμα που ακολουθεί.

Συμπερασματικά, ελέγχοντας και γραφικά το αποτέλεσμα του μοντέλου, είναι αρνητικό ($\Delta NPV < 0$) στην περίπτωση υλοποίησης υιοθετώντας το μοντέλο SaaS. Η επιχείρηση, σύμφωνα με το πρωταρχικό ερώτημα έχει ως απαίτηση αρχικά την μείωση

του κόστους και έπειτα την ασφάλεια. Άρα, η πλέον συμφέρουσα επιλογή, από άποψη κόστους, είναι η μεταφορά του συστήματος στο Cloud με χρήση του μοντέλου SaaS, αλλά, απαιτείται προσοχή διότι, μετά το πέμπτο έτος παρουσιάζει μεταβολή η καμπύλη και ακολουθεί ανοδική (θετική) πορεία. Σε αυτήν την περίπτωση η εταιρία θα πρέπει να επανελέγξει το κόστος με τη χρήση του οικονομικού μοντέλου που περιγράφεται και ανάλογα να προετοιμαστεί ή όχι για μεταφορά της εγκατάστασης εντός της επιχείρησης (on-premise). Αναφορικά με την ασφάλεια και το ρίσκο, θα πρέπει, να γίνει αποτίμηση των κινδύνων και του κόστους που απορρέει από αυτό πριν την λήψη της οριστικής απόφασης, ακόμη και στην περίπτωση που η εταιρία δεν υιοθετεί την ασφάλεια ως πρώτη επιλογή στο πρωταρχικό ερώτημα. Ο κύριος λόγος είναι ότι τα στελέχη της ΜμΕ αδυνατούν να εκτιμήσουν σε όλο το βάθος και ανάλυση το ρίσκο.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΜΕΝΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ - ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ SaaS										
ΕΤΟΣ	C_T^L	C_T^P	D_{CT}	De_{CT}	S	L_T	D_{cLT}	De_{LT}	E	SaaS
1	€333,765.00	€885,600.00	€20,000.00	€32,271.20	€619,400.00	€223,265.00	€6,300.00	€7,148.18	€619,400.00	€95,101.54
2	€122,040.00	€164,000.00	€20,000.00	€32,271.20	€495,520.00	€22,040.00	€6,300.00	€7,148.18	€619,400.00	-€33,630.25
3	€122,040.00	€164,000.00	€20,000.00	€32,271.20	€371,640.00	€22,040.00	€6,300.00	€7,148.18	€619,400.00	-€144,979.03
4	€122,040.00	€164,000.00	€20,000.00	€32,271.20	€247,760.00	€22,040.00	€6,300.00	€7,148.18	€619,400.00	-€240,824.89
5	€122,040.00	€164,000.00	€20,000.00	€32,271.20	€123,880.00	€22,040.00	€6,300.00	€7,148.18	€619,400.00	-€322,845.01
6	€124,480.80	€172,200.00	€21,600.00	€0.00	€12,388.00	€22,480.80	€6,300.00	€0.00	€619,400.00	-€382,438.58
7	€126,970.42	€180,810.00	€23,328.00	€0.00	€12,388.00	€22,930.42	€6,300.00	€0.00	€619,400.00	-€367,313.18
8	€129,509.82	€189,850.50	€25,194.24	€0.00	€12,388.00	€23,389.02	€6,300.00	€0.00	€619,400.00	-€353,269.09
9	€132,100.02	€199,343.03	€27,209.78	€0.00	€12,388.00	€23,856.80	€6,300.00	€0.00	€619,400.00	-€340,237.76
10	€134,742.02	€209,310.18	€29,386.56	€0.00	€12,388.00	€24,333.94	€6,300.00	€0.00	€619,400.00	-€328,143.41
ΠΙΝΑΚΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΜΕΝΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ - ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ IaaS										
ΕΤΟΣ	C_T^L	C_T^P	D_{CT}	De_{CT}	S	L_T	D_{cLT}	De_{LT}	E	IaaS
1	€536,396.00	€885,600.00	€20,000.00	€32,271.20	€619,400.00	€404,336.00	€6,300.00	€17,684.99	€619,400.00	€300,399.62
2	€167,596.00	€164,000.00	€20,000.00	€32,271.20	€495,520.00	€67,596.00	€6,300.00	€17,684.99	€619,400.00	€203,507.85
3	€167,596.00	€164,000.00	€20,000.00	€32,271.20	€371,640.00	€67,596.00	€6,300.00	€17,684.99	€619,400.00	€121,610.17
4	€167,596.00	€164,000.00	€20,000.00	€32,271.20	€247,760.00	€67,596.00	€6,300.00	€17,684.99	€619,400.00	€53,006.01
5	€167,596.00	€164,000.00	€20,000.00	€32,271.20	€123,880.00	€67,596.00	€6,300.00	€17,684.99	€619,400.00	-€3,814.07
6	€170,947.92	€172,200.00	€21,600.00	€0.00	€12,388.00	€68,947.92	€6,300.00	€0.00	€619,400.00	-€32,857.32
7	€174,366.88	€180,810.00	€23,328.00	€0.00	€12,388.00	€70,326.88	€6,300.00	€0.00	€619,400.00	€11,098.57
8	€177,854.22	€189,850.50	€25,194.24	€0.00	€12,388.00	€71,733.42	€6,300.00	€0.00	€619,400.00	€52,352.26
9	€181,411.30	€199,343.03	€27,209.78	€0.00	€12,388.00	€73,168.08	€6,300.00	€0.00	€619,400.00	€91,059.01
10	€185,039.53	€209,310.18	€29,386.56	€0.00	€12,388.00	€74,631.45	€6,300.00	€0.00	€619,400.00	€127,387.54

Πίνακας 32: Υπολογιζόμενα δεδομένα 3^{ης} περίπτωσης



Εικόνα 21: Γραφική απεικόνιση ΔNPV δεδομένων 3ης Περίπτωσης

8

Επιλογή του Παρόχου - Μετάβαση

8.1 Γενικά

Η επιλογή του καλύτερου εξωτερικού συνεργάτη παροχής υπηρεσιών που να καλύπτει τις ανάγκες μιας ΜμΕ είναι μεγάλη πρόκληση. Συνήθως, τα κριτήρια που επηρεάζουν την επιλογή ενός οποιουδήποτε εξωτερικού συνεργάτη στον κόσμο των επιχειρήσεων είναι [148] [146] [147] [2]:

- Η μακρόχρονη φήμη καλής εξυπηρέτησης.
- Η εγγύτητα του με την έδρα της επιχείρησης
- Η εμπειρία στον τομέα της επιχείρησης
- Η συμβατότητα των συστημάτων του με τις εφαρμογές που χρησιμοποιούνται ήδη.
- Η πιστοποίηση του για την ποιότητα των προσφερόμενων υπηρεσιών και την ασφάλεια του.
- Βραβεία από διεθνείς οργανισμούς σχετικούς με την ποιότητα και ασφάλεια.
- Η επιτυχημένη πορεία χωρίς δυσάρεστα, αρνητικά περιστατικά.
- Η υγιής επιχειρηματική δραστηριότητα χωρίς πιστωτικά προβλήματα.

Τα επιπλέον κριτήρια που πρέπει να ληφθούν υπόψη για την επιλογή του παρόχου Cloud υπηρεσιών είναι τα παρακάτω [149]:

- Η ευελιξία των συστημάτων του παρόχου, συγκεκριμένα πόσο εύκολα και γρήγορα μπορεί το σύστημα να προσαρμοστεί σε αλλαγές που θέλει ο πελάτης.
- Το κόστος των παρεχόμενων υπηρεσιών.

- Η απόδοση των συστημάτων και κατά πόσο είναι αποδεκτή σε συνδυασμό με το κόστος.
- Η ασφάλεια και ιδιωτικότητα και κατά πόσο ο πάροχος είναι σε θέση να την εγγυηθεί.
- Η εμπιστοσύνη ότι ο πάροχος θα σεβαστεί και θα τηρεί απαρέγκλιτα το SLA χωρίς κρυφά κόστη.
- Η ευχρηστία των συστημάτων του παρόχου. Σημαντική παράμετρος που θα προσδώσει μείωση διαχειριστικού κόστους.

Παράλληλα, θα πρέπει να ελεγχθεί αν ο πάροχος φιλοξενεί (αποθηκεύει) τα δεδομένα σε αποθηκευτικούς χώρους εντός της χώρας που δηλώνει και αν τα επεξεργάζεται στην ίδια εγκατάσταση, ή έστω, σε άλλη χώρα της Ευρώπης. Σε διαφορετική περίπτωση μπορεί να υπάρξουν επιπλέον φορολογικές ή νομικές απαιτήσεις που θα επιβαρύνουν κοστολογικά την απόφαση μετάβασης.

Εκτός όμως των παραπάνω κριτηρίων, η επιρροή του επιχειρησιακού μεγέθους ενός εξωτερικού παρόχου Cloud υπηρεσιών έχει πολύ μεγάλη σημασία. Μια υγιής μεγάλη επιχείρηση θα ενισχύσει την πίστη που αισθάνεται ο πελάτης και θα συρρικνώσει την πιθανότητα και ως αποτέλεσμα το ρίσκο που υπάρχει, στην περίπτωση που αναστείλει την λειτουργία της και δεσμευθούν τα δεδομένα του παρόχου.

8.2 Μετάβαση σε Βήματα

Ο φορέας Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) έχει υιοθετήσει το PMBOK (Project Management Body of Knowledge), ως πρότυπο IEEE (1490-2003), το οποίο είναι αναγνωρισμένο παγκοσμίως ως ένα εκ των βασικών προτύπων για την διαχείριση έργων.

Σύμφωνα με το PMBOK και με τον προγραμματισμό που πρέπει να έχει προηγηθεί, η μετάβαση στο Cloud θα πρέπει να γίνει σε βήματα, σεβόμενοι τα χρονικά ορόσημα, τους απαραίτητους ελέγχους και την εκπαίδευση των εμπλεκομένων.

Στην περίπτωση που η επιχείρηση είναι νέα και δεν υπάρχει πληροφοριακή υποδομή η έναρξη λειτουργίας στο Cloud είναι σαφέστατα πιο εύκολη υπόθεση συγκριτικά με τις μεταβάσεις-μεταφορές των datacenters που βρίσκονται σε λειτουργία. Από την άλλη, όταν πρόκειται για ολοκληρωτική μετάβαση ή μετάβαση

ορισμένων πληροφοριακών συστημάτων των ΜμΕ στο Cloud σημαντικά διαχειριστικά ζητήματα ανακύπτουν. Η μετάβαση θα πρέπει να είναι ομαλή, χωρίς νεκρούς χρόνους (down-time), με το δυνατόν λιγότερες, δαπανώμενες εργατοώρες από τα στελέχη της επιχείρησης και χωρίς προβλήματα και δυσλειτουργίες. Για αυτούς τους λόγους θα πρέπει να καταρτιστεί ένα σχέδιο μετάβασης με το οποίο να συμφωνήσουν τα εμπλεκόμενα μέλη σύμφωνα με τα πρότυπα και κανόνες που ορίζονται για την διαχείριση έργων (project management). Καίριας σημασίας εργασίες που θα πρέπει να συμπεριληφθούν στον προγραμματισμό είναι οι παρακάτω [170], [171]:

1. Η απόφαση για το ποιες εφαρμογές θα μεταφερθούν στο Cloud. Αρχικά, γίνεται μια πρώτη εκτίμηση των απαιτήσεων από το τμήμα πληροφορικής της ΜμΕ, αν υπάρχει, ή από εξωτερικό συνεργάτη. Για παράδειγμα, αν το κόστος βλαβών των μέσων αποθήκευσης είναι υψηλό και το μεγαλύτερο μέρος αυτών είναι στον εξυπηρετητή αλληλογραφίας (mail server) τότε αυτός είναι ένας καλός υποψήφιος για μετάβαση στο Cloud. Σύμφωνα με έρευνα που πραγματοποίησε το Τμήμα Επιχειρηματικής Καινοτομίας και Νέων Δεξιοτήτων της Βρετανικής Κυβέρνησης σε δείγμα 172 επιχειρήσεων που απάντησαν στην ερώτηση «ποια επιχειρηματική διαδικασία θα μεταφέρατε στο Cloud» ένα 45% ανέφερε την ιστοσελίδα, ένα 26% ανέφερε τα email, ένα 20% ανέφερε τις ηλεκτρονικές πληρωμές, ένα 16% την μισθοδοσία, ένα 21% το data storage, ενώ ένα ποσοστό 5% μόνο ανέφερε τα οικονομικά και λογιστικά δεδομένα [150].
2. Ανάθεση της μελέτης των απαιτήσεων σε έμπειρους επαγγελματίες του χώρου. Ζητείται η συγγραφή μελέτης από εξειδικευμένο εξωτερικό συνεργάτη με στόχο την ανάδειξη της συμφέρουσας επιλογής για την επιχείρηση. [34]
3. Υψηλής σημαντικότητας διαδικασία είναι ο σχεδιασμός για αντιμετώπιση περιπτώσεων καταστροφών και οι καταγραφή των διαδικασιών επαναφοράς σε λειτουργική κατάσταση. (Disaster Recovery planning).
4. Η διαδικασία της ανάλυσης ρίσκου και κινδύνου (Risk analysis-assessment) θα πρέπει να γίνει με δύο αντικειμενικούς στόχους, α) την ανάλυση του ρίσκου για θέματα ασφάλειας στο Cloud αλλά και για β) την μέτρηση του αντίκτυπου που θα έχει στην ΜμΕ η μετάβαση αυτή [38]. Σημαντικό ερώτημα που θα πρέπει να απαντηθεί είναι το αν θα επηρεαστούν κρίσιμες διαδικασίες μέσω της μετάβασης [34]. Σύμφωνα με το PMBOK, υπάρχουν έξι διαδικασίες για την διαχείριση του κινδύνου του έργου. Αυτές είναι οι α) σχεδιασμός διαχείρισης κινδύνου, β) προσδιορισμός κινδύνων, γ) ποιοτική ανάλυση κινδύνου, δ) ποσοτική ανάλυση κινδύνου, ε) σχεδιασμός απόκρισης στους κινδύνους και στ) παρακολούθηση και έλεγχος των κινδύνων. Φυσικά, αυτή όλη η ανάλυση θα πρέπει να πραγματοποιηθεί από ειδικούς του χώρου.

5. Αναζήτηση νομικής υποστήριξης για την πλήρη και σε βάθος κατανόηση του SLA του παρόχου αλλά και την ενημέρωση σχετικά με νομικής φύσεως θέματα (αρμοδιότητα δικαστηρίων, σχετικές δικλείδες, κλπ) [34].
6. Δημιουργία χρονικού πλάνου (time management) για την μεταφορά με χρήση διαγραμμάτων GANTT και ορισμού χρονικών ορόσημων.
7. Ανάθεση σε εξωτερικούς συμβούλους της εύρεσης καλύτερης επιλογής παρόχου και πλάνου στην περίπτωση που το εσωτερικό τμήμα πληροφορικής δεν έχει τις κατάλληλες γνώσεις [34].
8. Μετά την επιλογή του κατάλληλου παρόχου και πριν την οριστική μετάβαση θα πρέπει να γίνει δοκιμαστική εγκατάσταση και λειτουργία στον πάροχο (Trial) με στόχο την αναζήτηση προβλημάτων και δυσλειτουργιών.
9. Εκπαίδευση του προσωπικού και των χρηστών στο δοκιμαζόμενο σύστημα.
10. Αντιμέτωπιση προβλημάτων που θα προκύψουν από την εκπαίδευση και την δοκιμαστική χρήση.
11. Σχεδιασμός δημιουργίας αντιγράφων ασφαλείας (Backup Planning) σε άλλη τοποθεσία ή ακόμη και σε άλλο πάροχο αν υπάρχει συμβατότητα.
12. Οριστικοποίηση παρόχου, υπογραφή των συμβολαίων.
13. Μετάβαση των συστημάτων και των δεδομένων.
14. Ολοκλήρωση της εκπαίδευσης των χρηστών.
15. Έναρξη λειτουργίας και συνεχή παρακολούθηση του SLA και των συμφωνηθέντων.

9

Διαδικτυακή Εφαρμογή

9.1 Γενικά

Στα πλαίσια της εργασίας δημιουργήθηκε διαδικτυακή εφαρμογή με σκοπό την υλοποίηση και προβολή της μεθοδολογίας του πρωταρχικού κανόνα επιλογής και του οικονομικού μοντέλου ανάλυσης και στόχο την δημιουργία ενός ολοκληρωμένου, λειτουργικού συστήματος λήψης απόφασης για τις ΜμΕ άμεσα συνδεδεμένο με τους επιχειρηματικούς στόχους.

9.2 Περιγραφή Τεχνολογιών

Για την υλοποίηση της εφαρμογής χρησιμοποιήθηκαν τα παρακάτω εργαλεία / τεχνολογίες:

1. Bootstrap
2. JQuery
3. Google Charts
4. HTML5
5. Javascript

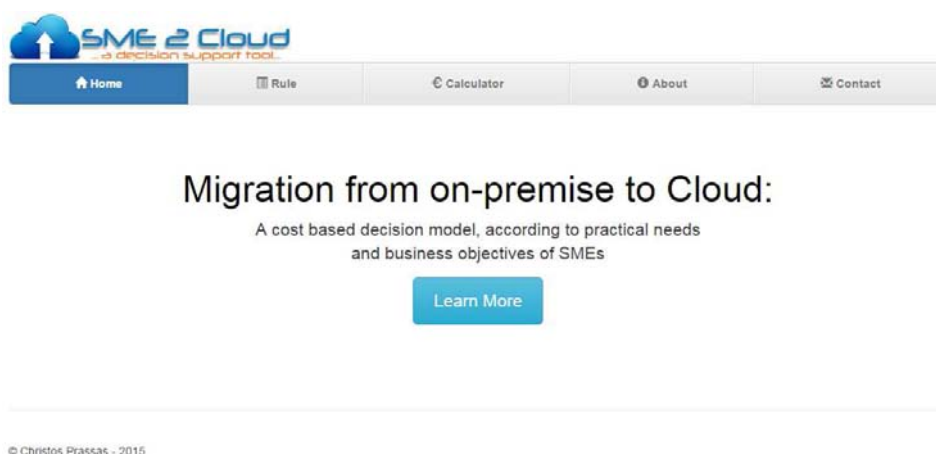
Κατά την χρήση της εφαρμογής δεν αποθηκεύονται προσωπικά στοιχεία των χρηστών, ούτε τα δεδομένα που καταχωρούνται από αυτούς. Για στατιστικούς λόγους γίνεται μόνο καταγραφή επισκεψιμότητας με χρήση της εφαρμογής Google

Webmaster Tool. Η εφαρμογή φιλοξενείται στην υποδομή Cloud, Okeanos, του Εθνικού Δικτύου έρευνας και Τεχνολογίας (ΕΔΕΤ, grnet.gr, <https://okeanos.grnet.gr>)

9.3 Περιγραφή Εφαρμογής

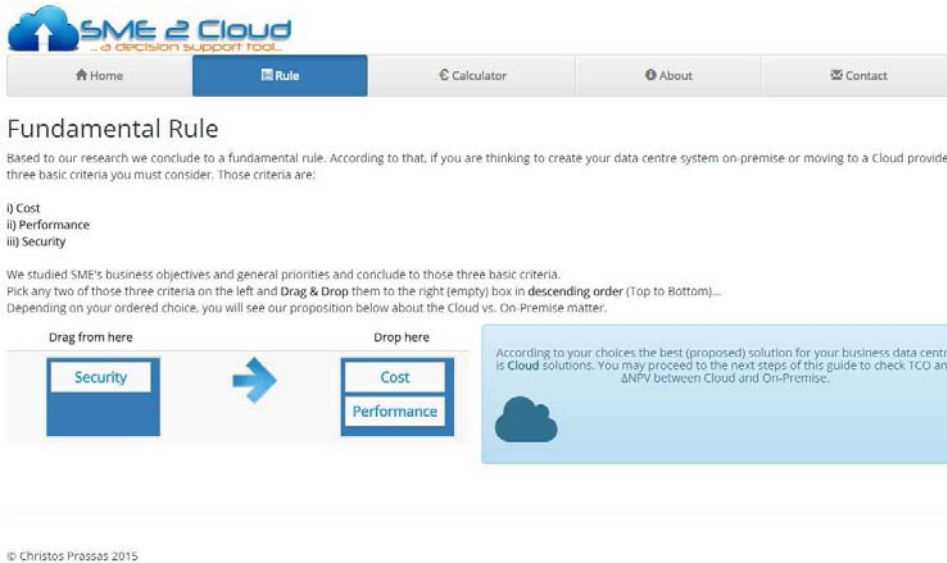
Η εφαρμογή αποτελείται από τις παρακάτω ενότητες που αντιπροσωπεύουν και τις επιλογές του κεντρικού μενού πλοήγησης:

1. **Αρχική (index.html)**. Είναι η αρχική ιστοσελίδα στην οποία παρουσιάζεται ο τίτλος της εφαρμογής (εικόνα).



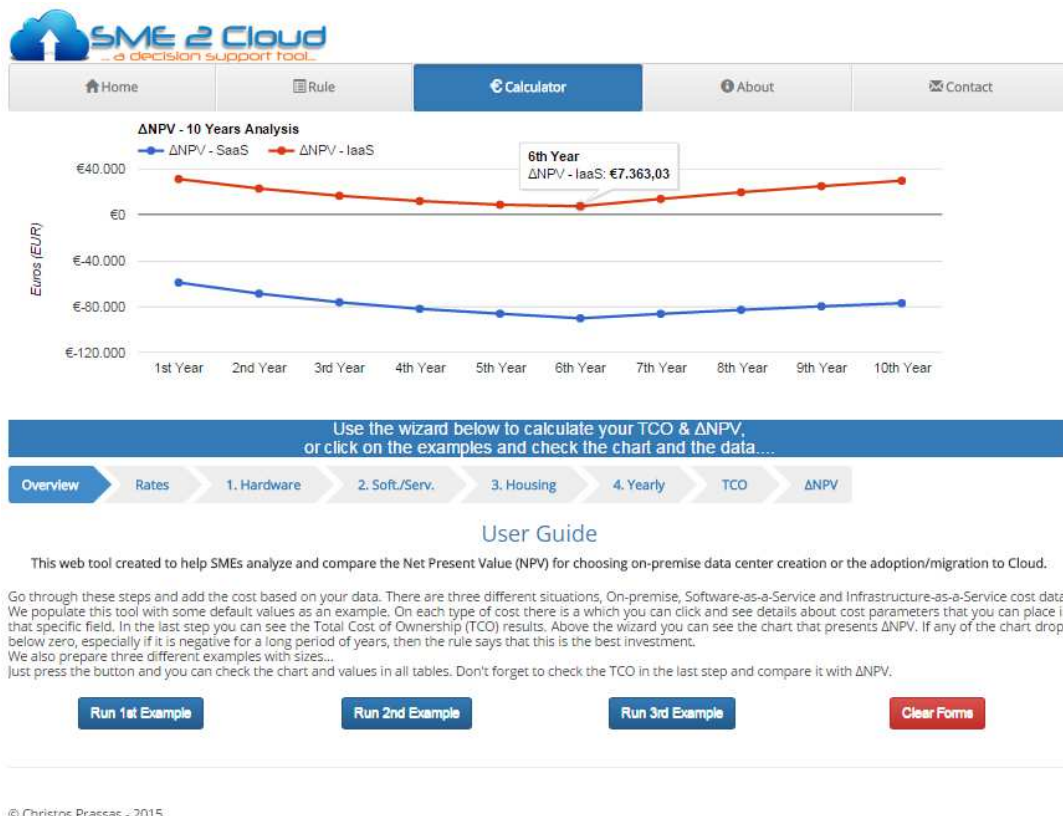
Εικόνα 22: Αρχική σελίδα

2. **Πρωταρχικός Κανόνας (rule.html)**. Παρουσιάζεται γραφικά ο πρωταρχικός κανόνας επιλογής κριτηρίων. Όταν ο χρήστης επιλέξει τα δύο κριτήρια από τα τρία, παρουσιάζεται η πρόταση υλοποίησης.



Εικόνα 23: Πρωταρχικός κανόνας

3. **Υπολογιστικό εργαλείο (calculator.html).** Είναι η βασική ιστοσελίδα, στην οποία παρουσιάζεται βηματικά α) η Περιγραφή και οι οδηγίες χρήσης, β) Ο πρωταρχικός κανόνας των κριτηρίων, γ) οι τομείς οικονομικής επιβάρυνσης, δ) τα οικονομικά αποτελέσματα και ε) η γραφική απεικόνιση των αποτελεσμάτων. Παράλληλα, έχουν εισαχθεί ως παραδείγματα, δεδομένα τριών (3) εταιριών προς διευκόλυνση των χρηστών.



Εικόνα 24: Υπολογιστική διαδικασία

4. **Σχετικά (about.html).** Στην συγκεκριμένη ιστοσελίδα παρουσιάζονται γενικά στοιχεία περί της εφαρμογής, του οικονομικού μοντέλου και πληροφορίες σχετικά του πρωταρχικού κανόνα επιλογής. Παράλληλα περιγράφεται ο σκοπός δημιουργίας της ιστοσελίδας. Υπάρχει ειδική μνεία στα λογισμικά και εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν για την δημιουργία τους τα οποία είναι ανοικτού λογισμικού, ανοικτού κώδικα. Τέλος, δηλώνεται ρητά ότι δεν αποθηκεύονται στοιχεία βάσει των δεδομένων που καταχωρούν οι χρήστες της εφαρμογής.

Before running the cost model analysis...

In our analysis we conclude that there is a very important step before calculating TCO and ΔNPV. This step as we describe is a **Fundamental Decision Rule**.

Firstly, we propose to check that fundamental rule and then move on and calculate ΔNPV. In conclusion, there are three basic criteria that gives two solutions. Those criteria are:
1. Security, 2. Performance, 3. Cost.

You can choose only two of three criteria and the solution is only one, depending the choices.

1st Choice	2nd Choice	Proposed Solution
Security	Performance	On-premise
Cost	Performance	Cloud
Performance	Cost	Cloud
Cost or Performance	Security	On-premise*

* : the proposed solution is likely on-premise because the security concerns have high risk. A risk analysis (and cost analysis of that risk) give the results to proceed or not to the next step, which is, cost analysis with TCO/ΔNPV and this can be done using the Calculator of this site.

Creation purpose of this web tool...

The main objective was to find a cost based decision model according to SME's needs and business objectives and help them compare Cloud Computing solutions (SaaS - IaaS) with their data centre (on-premise installations). Under the pressure of the economic crisis, the business objectives become more economic centric. The business plans and objectives have as main purpose the minimization of expenses, especially the Capital expenses. On the other hand, in the European Union the market grows and the clients might be thousands for an SME. Cloud Computing solutions advertised as unlimited pool of resources in low price. During the research, many scientific references paying attention to the security in Cloud, loss of confidence, law jurisdiction and many more serious high risk points. This was the reason that guide us to create a fundamental choice rule when an SME have to choose between on-premise and Cloud solution. Also, the "Calculator", created to help SME's managers calculate the economic figures between on-Premise and Cloud solutions more precisely than TCO.

Cost Model Equations

ΔNPV equation for years 1 to 5 is:

$$\Delta NPV = \sum_{t=0}^5 \frac{C_t^p - C_t^o - Dc_{CT} + De_{CT}}{(1+I_E)^t} + \frac{S}{(1+I_E)^5} + \sum_{t=0}^5 \frac{L_t + Dc_{IT} - De_{IT}}{(1+I_E)^t} - E$$

ΔNPV equation for years 6 to 10 is:

$$\Delta NPV = \sum_{t=0}^5 \frac{C_t^p + (0.02 * C_t^p) - C_t^o - Dc_{CT} + (0.05 * C_t^o) - (0.08 * Dc_{CT}) + (0.02 * S)}{(1+I_E)^t} + \sum_{t=0}^5 \frac{L_t + (0.02 * L_t) + Dc_{IT}}{(1+I_E)^t} - E$$

Credits

This site was created with Bootstrap, JQuery, Google Charts and pure Javascript for academic purposes. The logo created using this free logo. The supported browsers are: Mozilla Firefox, Google Chrome, Internet Explorer 10. Please forward all questions and concerns regarding this website to Christos Prassas. You can use this site for free.

Privacy

We don't collect the data you type in the Calculator section or any choices you make in the fundamental decision rule. We only keep stats for visits with Google Analytics.

Warranty & Software License

The site are copyright - © 2015 - by Christos Prassas. If you want to use, copy, modify or distribute this site or part of it, you may do so under the terms of the GNU General Public License. If you are unfamiliar with this license, you might want to read the GNU General Public License FAQ. Click here [to](#) read about warranty of this site.

© Christos Prassas 2015

Εικόνα 25: Σχετικές πληροφορίες

5. **Επικοινωνία (contact.html).** Παρουσιάζεται ο τρόπος και τα στοιχεία επικοινωνίας με τους δημιουργούς της διαδικτυακής εφαρμογής.

Christos Prassas

Postgraduate Student
Department of Electrical and Computer Engineering
University of Thessaly - Greece
e-mail: cprassas AT inf.uth.gr

**Dimitrios Katsaros**

Tel.	+30 24210 74975
Fax	+30 24210 74997
Email	dkatsar AT inf.uth.gr
Website	http://inf-server.inf.uth.gr/~dkatsar/

Εικόνα 26: Επικοινωνία με τους δημιουργούς

Ο κώδικας υλοποίησης της διαδικτυακής εφαρμογής υπάρχει ως παραδοτέο (συνημμένο) μαζί με την εργασία σε ηλεκτρονική μορφή (Compact Disk, CD).

10

Επίλογος

10.1 Γενικά

Στην ενότητα αυτή συνοψίζονται τα συμπεράσματα και τα ευρήματα, από την μελέτη των κριτηρίων και παραγόντων που λαμβάνουν μέρος στην διαδικασία μελέτης, με στόχο την δημιουργία ενός μοντέλου λήψης απόφασης βασισμένο σε κοστολογικά κριτήρια και σύμφωνο με τις ανάγκες των ΜμΕ για μεταφορά των πληροφοριακών συστημάτων τους στο Cloud.

10.2 Συμπεράσματα

Σύμφωνα με την ανάλυση που προηγήθηκε, δεν μπορεί να επιτευχθεί το επίπεδο ασφάλεια στο Cloud που υπάρχει σε μια εσωτερική on-premise εγκατάσταση, χωρίς σημαντική αύξηση του κόστους λόγω υιοθέτησης ακριβών και δύσχρηστων – πολύπλοκων τεχνικών που αυξάνουν το διαχειριστικό κόστος.

Η παρουσίαση του πρωταρχικού ερωτήματος, με επιλογή δύο (2) εκ των τριών (3) κριτηρίων, τα οποία είναι η ασφάλεια, το κόστος και η απόδοση, και η διασύνδεση του με τα βήματα διοίκησης και διαχείρισης έργου είναι καίριας σημασίας ενώ η απάντηση του ερωτήματος πρέπει να γίνεται σε πρότερο χρόνο της οικονομικής ανάλυσης των περιπτώσεων υλοποίησης. Ο λόγος είναι το υψίστης σημασίας κριτήριο της ασφάλειας, μιας και στο Cloud είναι πιο μεγάλη η πιθανότητα να συμβεί ένα περιστατικό ασφάλειας από ότι στην εσωτερική εγκατάσταση [154]. Οποιοδήποτε περιστατικό ασφάλειας έχει ως αποτέλεσμα την οικονομική επιβάρυνση, σε τέτοιο βαθμό, που ανατρέπεται το αποτέλεσμα της ανάλυσης TCO και ΔNPV προς όφελος της εσωτερικής εγκατάστασης.

αντίστροφα το δυνατόν συντομότερα, εκμεταλλευόμενοι με αυτόν τον τρόπο το όφελος που προκύπτει από την διαφορά του κόστους, προσέχοντας την σημαντικότερη παράμετρο που ονομάζεται ασφάλεια στο Cloud.

11

Βιβλιογραφία

- [1] Eurocloud Star Audit, "Certifications for Cloud Services", Available online at <https://eurocloud-staraudit.eu/>, last accessed August 2015.
- [2] Ahima, "The 10 Security Domains", available online at http://library.ahima.org/xpedio/groups/public/documents/ahima/bok1_049602.hcsp?dDocName=bok1_049602, last accessed August 2015.
- [3] S. C. Markey, IBM, "Extend your secure development process to the cloud and big data", available online at <http://www.ibm.com/developerworks/cloud/library/cl-extenddevtocloudbigdata/cl-extenddevtocloudbigdata-pdf.pdf>, last accessed August 2015.
- [4] K. Jeffery, B. Neidecker-Lutz, "The future of Cloud Computing", available online at <http://cordis.europa.eu/fp7/ict/ssai/docs/cloud-report-final.pdf>, last accessed August 2015.
- [5] M. Dekker, D. Liveri, M. Lakka, ENISA, "Incident Reporting for Cloud Computing", accessed online at <https://www.enisa.europa.eu/activities/Resilience-and-CIIP/cloud-computing/incident-reporting-for-cloud-computing>, last accessed August 2015.
- [6] IT Law Wiki, "Cloud consumer, example services available to a cloud consumer", available online at http://itlaw.wikia.com/wiki/Cloud_consumer, last accessed August 2015.
- [7] Reuters, "Cisco routers attacked by hackers in four countries", available online at <http://fortune.com/2015/09/15/cisco-routers-hack/>, last accessed September 2015.
- [8] Cisco, "Cisco Global Cloud Networking Survey, Summary and Analysis of Results, Worldwide Results", available online at http://www.cisco.com/c/dam/en/us/solutions/enterprise-networks/2012_Cisco_Global_Cloud_Networking_Survey_Results.pdf, last accessed August 2015.
- [9] Dimension Data, "Comparing Public Cloud, Service Level Agreements, Questions to ask when evaluating public cloud SLAs", available online at http://cloud.dimensiondata.com/sites/default/files/comparing_public_cloud_service_level_agreements_0_0.pdf, last accessed August 2015.
- [10] CloudHarmony, Cloudsquare, "Service Status", available online at <https://cloudharmony.com/status-1year-of-compute-and-storage-and-cdn-and-dns-and-paas-in-eu-group-by-regions-and-provider>, last accessed August 2015.
- [11] Apple Press Info, Apple Media Advisory, "Update to Celebrity Photo Investigation", available online at <http://www.apple.com/pr/library/2014/09/02Apple-Media-Advisory.html>, last accessed August 2015.
- [12] Sony Pictures, "Letter", available online at http://oag.ca.gov/system/files/12%2008%2014%20letter_0.pdf, last accessed August 2015.
- [13] Wikipedia, "Gmail outages", available online at <http://en.wikipedia.org/wiki/Gmail#Outages>, last accessed August 2015.

- [14] Availability Digest, "VMware's Cloud Foundry Flounders, July 2011, available online at http://www.availabilitydigest.com/public_articles/0607/vmware.pdf, last accessed August 2015.
- [15] K. Stadmeyer, Google, Online Security Blog, "Google Drive update to protect to shared links", available online at <http://googleonlinesecurity.blogspot.co.uk/2014/06/google-drive-update-to-protect-to.html>, last accessed August 2015.
- [16] Landscape, "Cloud Landscape Report: Price & Performance, Price & Performance Obstacles Surface for Fast, Big Data Applications", available online at <http://www.internap.com/resources/bmc-price-performance/>, last accessed March 2015.
- [17] M. Stieninger, D. Nedbal, "Diffusion and Acceptance of Cloud Computing in SMEs: Towards a Valence Model of Relevant Factors" 2014, 47th Hawaii International Conference on System Science, Available online at <http://dx.doi.org/10.1109/HICSS.2014.410>, last accessed March 2015.
- [18] K. Ghaffari, M. S. Delgosha, N. Abdolvand, "Towards Cloud Computing: A SWOT Analysis on its Adoption in SMEs", International Journal of Information Technology Convergence and Services (IJITCS) Vol.4, No.2, April 2014, available online at <http://arxiv.org/abs/1405.1932>, last accessed March 2015.
- [19] S. Trigueros-Preciado, D. Perez-Gonzalez, P. Solana-Gonzalez, "Cloud computing in industrial SMEs: identification of the barriers to its adoption and effects of its application", Electronic Markets June 2013, Volume 23, Issue 2, pp 105-114, available online at <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs12525-012-0120-4>, last accessed online March 2015.
- [20] S. Ramezani Tehrani, F. Shirazi, "Factors Influencing the Adoption of Cloud Computing by Small and Medium Size Enterprises (SMEs)", Human Interface and the Management of Information. Information and Knowledge in Applications and Services Lecture Notes in Computer Science Volume 8522, 2014, pp 631-642, available online at http://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-319-07863-2_60, last accessed March 2015.
- [21] Y. Alshamaila, S. Papagiannidis, F. Li, "Cloud computing adoption by SMEs in the north east of England: A multi perspective framework", 2013, Journal of Enterprise Information Management, Vol. 26 Iss: 3, pp.250 - 275, available online at <http://dx.doi.org/10.1108/17410391311325225>, last accessed March 2015.
- [22] R. Sahandi, A. Alkhalil, J. Opara-Martins, "SMEs' Perception of Cloud Computing: Potential and Security", Collaborative Networks in the Internet of Services IFIP Advances in Information and Communication Technology Volume 380, 2012, pp 186-195, available online at <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-32775-9>, last accessed March 2015.
- [23] L. Richard, V. Randy Perry, J. Scaramella, IDC, "Converging the Datacenter Infrastructure: Why, How, So What?", White Paper, 2012, available online at <https://www.emc.com/collateral/analyst-report/idc-converging-datacenter-whitepaper.pdf>, last accessed March 2015.
- [24] P. Guptaa, A. Seetharamana, J. R. Raj, "The usage and adoption of cloud computing by small and medium businesses", International Journal of Information Management, Volume 33, Issue 5, 2013, pp 861-874, available online at <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2013.07.001>, last accessed March 2015.
- [25] M. Mahdi Kashef, J. Altmann, "A Cost Model for Hybrid Clouds", Economics of Grids, Clouds, Systems, and Services Lecture Notes in Computer Science Volume 7150, 2012, pp 46-60, available online at http://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-642-28675-9_4, last accessed March 2015.
- [26] B. C. Tak, B. Urgaonkar, A. Sivasubramaniam, "To Move or Not To Move: The Economics of Cloud Computing", March 2011, Technical Report CSE-11-002, available online at <https://www.cse.psu.edu/research/publications/tech-reports/2011/cse-11-002.pdf>, last accessed March 2015.
- [27] R. Hill, L. Hirsch, P. Lake, S. Moshiri, "Cloud Economics", Guide to Cloud Computing, Computer Communications and Networks, 2013, pp 187-207, available online at

- http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4471-4603-2_8, last accessed March 2015.
- [28] Subhas Chandra Misra, Arka Mondal, "Identification of a company's suitability for the adoption of cloud computing and modeling its corresponding Return on Investment", *Mathematical and Computer Modeling*, Volume 53, Issues 3–4, February 2011, Pages 504–521, *Telecommunications Software Engineering: Emerging Methods, Models and Tools*, available online at <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S089571771000155X>, last accessed March 2015.
- [29] Slaven Brumec, Neven Vrcek, "Cost effectiveness of commercial computing clouds", *Information Systems*, Vol. 38, Issue 4, June 2013, pp. 495–508, available online at <http://dx.doi.org/10.1016/j.is.2012.11.002>, last accessed March 2015.
- [30] International Technology Group, "Value proposition for IBM power systems as database server in midsize companies, Cost comparisons with Windows Servers", May 2008, available online at https://www.linux.com/index.php?option=com_rubberdoc&view=doc&id=13&format=raw, last accessed March 2015.
- [31] Deveeshree Nayak, Er. Muheet Ahmed Butt, Er. Majid Zaman and Dana AL Themazi, "Empowering Cloud security through SLA", *Journal of Global Research in Computer Science*, Vol. 4, No. 1, 2013, available online at <http://rroj.com/open-access/empowering-cloud-security-through-sla-30-33.pdf>, last accessed March 2015.
- [32] Meng Maggie Qiu, Ying Zhou, Chen Wang, "Systematic Analysis of Public Cloud Service Level Agreements and Related Business Values", *SCC*, 2013, 2013 IEEE International Conference on Services Computing (SCC), 2013 IEEE International Conference on Services Computing (SCC) 2013, pp. 729-736, doi:10.1109/SCC.2013.24
- [33] Shubhanjali Sharma, Garima Gupta, P.R.Laxmi, "A Survey on Cloud Security Issues and Techniques", *International Journal on Computational Sciences & Applications (IJCSA)* Vol.4, No.1, February 2014, available online at <http://arxiv.org/abs/1403.5627v1>, last accessed March 2015.
- [34] Sandy Shrum, Paul Murray, US-CERT, "Common Risks of Using Business Apps in the Cloud", available online at <https://www.us-cert.gov/sites/default/files/publications/using-cloud-apps-for-business.pdf>, last accessed March 2015.
- [35] Osterman Research, Inc., "Why the Cloud is Not Killing Off the On-Premises Email Market", 2011, available online at http://www.sendmail.com/pdfs/whitepapers/Why_the_Cloud_is_Not_Killing_Off_On-Premises_Email_Sendmail.pdf, last accessed March 2015.
- [36] M. Azua Himmel, F. "Grossman, Security on distributed systems: cloud security versus traditional IT", *IBM Journal of Research and Development*, Vol. 58 Issue 1, 2014, available online at <http://dx.doi.org/10.1147/JRD.2013.2287591>, last accessed March 2015.
- [37] Dr. M.A.C. Dekker, ENISA, "Critical Cloud Computing, A CIIP perspective on cloud computing services", 2012, available online at <https://resilience.enisa.europa.eu/cloud-security-and-resilience/publications/critical-cloud-computing>, last accessed March 2015.
- [38] K. Hashizume, D. G. Rosado, E. Fernandez-Medina, E. B. Fernandez, "An analysis of security issues for cloud computing", *Journal of Internet Services and Applications*, 2013, available online at <http://link.springer.com/article/10.1186%2F1869-0238-4-5>, last accessed March 2015.
- [39] C. Kalloniatis, V. Manousakis, H. Mouratidis, S. Gritzalis, "Migrating into the Cloud: Identifying the Major Security and Privacy Concerns", *Collaborative, Trusted and Privacy-Aware e/m-Services IFIP Advances in Information and Communication Technology* Volume 399, 2013, pp 73-87, available online at http://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-642-37437-1_7, last accessed March 2015.
- [40] M. Kornevs, V. Minkevica, M. Holm, "Cloud Computing Evaluation Based on Financial Metrics", in *Inf. Technol. Manag. Sci.* 15, 87-92. 2012.
- [41] Doug Jones, IBM, "The New Economics of Cloud Computing", 2010, available online at <https://www.feicanada.org/files/Cloud%20Computing%20Regina%202010-03-26.pdf>, last accessed March 2015.

- [42] Ted Alford, Gwen Morton, "The Economics of Cloud Computing Addressing the Benefits of Infrastructure in the Cloud", available online at <http://www.boozallen.com/media/file/Economics-of-Cloud-Computing.pdf>, last accessed March 2015.
- [43] Charles J. Kolodgy, IDC, "Getting the Benefits of Advanced Security Information and Event Management Solutions", 2014, Worldwide Security and Vulnerability Management 2014–2018 Forecast and 2013 Vendor Shares, available online at <https://www.alertlogic.com/resources/idc-technology-spotlight/>, last accessed March 2015.
- [44] R. Perry, J. S. Bozman, J. C. Pucciarelli, J. Scaramella, 2012, "The Cost of Retaining Aging IT Infrastructure", available online at <https://ssl.www8.hp.com/us/en/campaign/rules-of-networking/gen8/registration-gen8.html>, last accessed March 2015.
- [45] Duncan Rutland, Rackspace, "Cloud: Economics", 2012, available online at http://www.rackspace.com/knowledge_center/sites/default/files/whitepaper_pdf/Cloud_Economics-%20Final%2006%2011%20123.pdf, last accessed March 2015.
- [46] Ki Mun Jung, Sung Sil Han, Dong Ho Park, "Optimization of cost and downtime for replacement model following the expiration of warranty", Reliability Engineering & System Safety, Vol. 93, Issue 7, 2008, pp 995–1003, available online at <http://dx.doi.org/10.1016/j.ress.2007.05.005>.
- [47] R. Pascual, V. Meruane, P.A. Rey, "On the effect of downtime costs and budget constraint on preventive and replacement policies", Reliability Engineering & System Safety, Vol. 93, Issue 1, 2008, pp 144–151, available online at <http://dx.doi.org/10.1016/j.ress.2006.12.002>.
- [48] Symantec, "Avoiding the Hidden Costs of the Cloud", 2013, available online at <http://www.symantec.com/content/en/us/about/media/pdfs/b-state-of-cloud-global-results-2013.en-us.pdf>, accessed March 2015.
- [49] Compuware Research in Action, "RESEARCH IN ACTION, WHITE PAPER: THE HIDDEN COSTS OF MANAGING APPLICATIONS IN THE CLOUD", 2012, available online at http://www.compuware.com/content/dam/compuware/apm/assets/whitepapers/WP_CostofCloud.pdf, last accessed March 2015.
- [50] Μ. Μαρκέλλου, "Cloud Computing: Όταν τα δεδομένα "πετούν" στα σύννεφα", ΝΟΜΙΚΕΣ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΕΣ ΠΡΟΕΚΤΑΣΕΙΣ ΤΟΥ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ ΣΗΜΕΡΑ, 2013, available online at http://www.academia.edu/4882290/Cloud_Computing_%CE%9F_%CF%84%CE%B1%CE%BD_%CF%84%CE%B1_%CE%B4%CE%B5%CE%B4%CE%BF%CE%BC%CE%B5_%CE%BD%CE%B1_%CF%80%CE%B5%CF%84%CE%BF%CF%85_%CE%BD_%CF%83%CF%84%CE%B1_%CF%83%CF%85_%CE%BD%CE%BD%CE%B5%CF%86%CE%B1, last accessed March 2015
- [51] The MIT App Inventor Development Team, "Problems loading projects?" available online https://docs.google.com/document/d/1wQy_1uCsZDAXY51wElbMyfy8AJid_EOqkIIX_ggzBJY/pub, last accessed August 2015.
- [52] CERN, "The project cycle management", available online at <http://www.sern.eu/sern/organization.htm>, last accessed August 2015.
- [53] Cisco White Paper, "Restore the IT Innovation Engine with Cisco Unified Data Center", available online at http://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/switches/catalyst-6500-series-switches/white_paper_c11-705826.pdf, last accessed August 2015.
- [54] Unitiv, "Data Center Costs are Exploding: Time to wake up!", available online at <http://www.unitiv.com/it-solutions-blog/bid/20751/Data-Center-Costs-are-Exploding-Time-to-Wake-Up>, last accessed August 2015.
- [55] Microsoft, "Κύκλος ζωής υποστήριξης της Microsoft", available online at <https://support.microsoft.com/el-gr/gp/lifeselect/el>, last accessed August 2015.
- [56] RedHat, "Red Hat enterprise Linux life cycle", available online at <https://access.redhat.com/support/policy/updates/errata>, last accessed August 2015.
- [57] Linuxlifecycle.com, "Support life cycles for enterprise Linux distributions", available online at <http://linuxlifecycle.com/>, last accessed August 2015.
- [58] IDC, "Technology valuation services: x86 based PCs and servers", available online at http://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=IDC_P77#IDC_P77_genericsection0038, last accessed August 2015.

- [59] S. McCready, CIOView White Paper, "TCO, NPV, EVA, IRR, ROI, Getting the terms", available online at https://www.cioview.com/whitePapers/CIOview_TCO_NPV_EVA_IRR_ROI.pdf, last accessed August 2015.
- [60] G. Pietersz, "TCO (Total cost of ownership)", available online at <http://moneyterms.co.uk/tco/>, last accessed August 2015.
- [61] New Zealand Government, "Total Cost of Ownership, an introduction to whole-of-life costing", available online at <http://www.business.govt.nz/procurement/pdf-library/agencies/guides-and-tools/guide-total-cost-ownership.pdf>, last accessed August 2015.
- [62] L. Sendrauskas, Skype, Microsoft, "Issues with Skype status and calling", available online at http://heartbeat.skype.com/2015/09/skype_presence_issues.html, last accessed September 2015.
- [63] T. Anderson, "Microsoft's cloudy chief: Azure reliability knocks your own kit for six", available online at http://www.channelregister.co.uk/2013/12/16/scott_guthrie_azure/, last accessed September 2015.
- [64] SME Associations, "CloudingSMEs support action", <http://www.cloudingsmes.eu/wordpress/about-us/>, Online; accessed March 2015.
- [65] European Commission, "Unleashing the potential of Cloud Computing in Europe", <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2012:0529:FIN:EN:PDF>, Sep. 2012, Online; accessed December 2014.
- [66] M.J. Mol et al, "A technological contingency perspective on the depth and scope of international outsourcing", *Journal of International Management*, Vol. 10, Issue 2, 2004, Pages 287-305, <http://dx.doi.org/10.1016/j.intman.2004.02.005>
- [67] European Commission, "What is SME?", http://ec.europa.eu/enterprise/policies/sme/facts-figures-analysis/sme-definition/index_en.htm, Online; accessed December 2014.
- [68] European Commission, "Fact and figures about the EU's Small and Medium Enterprise (SME)", http://ec.europa.eu/enterprise/policies/sme/facts-figures-analysis/index_en.htm, Online, accessed December 2014.
- [69] T.J. Bittman et al, "Magic quadrant for x86 server virtualization infrastructure", Gartner Inc, <https://www.gartner.com/doc/2788024/magic-quadrant-x-server-virtualization>, Online, accessed December 2014.
- [70] Spiceworks, "State of IT, The annual report on tech adoption trends", http://itreports.spiceworks.com/reports/spiceworks_state-of-it-report-2014_print.pdf, Online, accessed March 2015.
- [71] P. Mell, T. Grance, "The NIST Definition of Cloud Computing", National Institute of Standards and Technology (NIST), <http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-145/SP800-145.pdf>, 2012.
- [72] J. Dorn et al, "From business to software: a B2B survey", *Information Systems and e-Business Management*, March 2009, Vol 7, Issue 2, pages 123-142, <http://dx.doi.org/10.1007/s10257-008-0082-4>.
- [73] P. Bianco et al, "Service Level Agreements in Service-Oriented Architecture Environments", CARNEGIE-MELLON UNIV PITTSBURGH PA SOFTWARE ENGINEERING INST, <http://oai.dtic.mil/oai/oai?verb=getRecord&metadataPrefix=html&identifier=ADA528751>, Online, accessed March 2015.
- [74] International Organization for Standardization (ISO), "ISO/IEC 20000-1:2011, Information technology", http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=51986, Online, accessed March 2015.
- [75] P. Wieder et al, "Service level Agreements for Cloud Computing", ISBN: 978-1-4614-1613-5, 2011, Springer.
- [76] Rashmi, Dr. S. Mehfuz, Dr. G. Sahoo, "A five-phased approach for the cloud migration", *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, Vol. 2, Issue 4, April 2012, http://www.ijetae.com/files/Volume2Issue4/IJETAE_0412_48.pdf, online, accessed March 2015.

- [77] European Commission, “Cloud Service Level Agreement Standardization Guidelines”, 2014, <https://ec.europa.eu/digital-agenda/en/news/cloud-service-level-agreement-standardisation-guidelines>, online, accessed March 2015.
- [78] VansonBourne, “Confusion reigns over cloud SLAs”, 2014, <http://www.vansonbourne.com/news/news-recent/april-2014/confusion-reigns-over-cloud-slas/>, online, accessed March 2015.
- [79] Microsoft Azure, “SLA for most Azure Services”, <http://azure.microsoft.com/en-us/support/legal/sla/>, online, accessed March 2015.
- [80] J. Keung, F. Kwok, “Cloud deployment model selection assessment for SMEs: Renting or buying a Cloud”, Utility and Cloud Computing (UCC), 2012 IEEE 5th International Conference on, pages 21-28, <http://dx.doi.org/10.1109/UCC.2012.29>
- [81] A.Khajeh-Hosseini, D. Greenwood, I. Sommerville, “Cloud Migration: a case study of migrating an enterprise IT systems to IaaS”, <http://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1002/1002.3492.pdf>, online accessed March 2015.
- [82] J. S. Bozman, R. Perry, “Server transition alternatives: a business value view focusing on operating costs”, http://www-05.ibm.com/de/events/breakfast/pdf/IDC_Operating_Cost_2012_IBM_POWER7_231528.pdf, online, accessed March 2015.
- [83] G. Cattaneo, M. Kolding, D. Bradshaw, G. Folco, IDC, “Quantitative Estimates of the Demand for Cloud Computing in Europe and the Likely Barriers to Take-up”, <http://cordis.europa.eu/fp7/ict/ssai/docs/study45-d2-interim-report.pdf>, online, accessed December 2014.
- [84] R. Sahandi, A. Alkhalil, J. Opara-Maritins, “Cloud computing from SMEs perspective: a survey-based investigation”, Journal of Information Technology Management, ISSN#1042-1319, <http://jitm.ubalt.edu/XXIV-1/article1.pdf>, online, accessed March 2015.
- [85] W.R. King, “Outsourcing Becomes More Complex”, http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1201/1078/45099.22.2.20050301/87281.10?journalCode=uism20#.VQKiC_mUet8, online, accessed March 2015.
- [86] J. Mears, A. Bednarz, “‘Take it all’ outsourcing on the wane”, <http://www.computerworld.com/article/2555923/it-outsourcing/-take-it-all--outsourcing-on-the-wane.html>, online, accessed March 2015.
- [87] CSA-Cloud Security Alliance, “The notorious nine Cloud Computing threats in 2013”, <https://cloudsecurityalliance.org/research/top-threats/>, online, accessed March 2015.
- [88] N. Brender, I. Markov, “Risk perception and risk management in cloud computing: Results from a case study of Swiss companies”, International Journal of Information Management, Vol 33, Issue 5, Oct 2013, pages 726-733, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2013.05.004>
- [89] Alert Logic, “Cloud security Report – Spring 2014”, <http://www.alertlogic.com/resources/cloud-security-report/>, online, accessed March 2015.
- [90] Cisco White Paper, “Cisco Global Cloud Index: Forecast and Methodology, 2013-2018”, http://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/global-cloud-index-gci/Cloud_Index_White_Paper.pdf, online, accessed March 2015.
- [91] Enisa, “Cloud Computing, Benefits, risks and recommendations for information security”, http://www.enisa.europa.eu/act/rm/files/deliverables/cloud-computing-risk-assessment/at_download/fullReport, online, accessed March 2015.
- [92] Enisa, “Cloud Computing Certification – CCSL and CCSM”, <https://resilience.enisa.europa.eu/cloud-computing-certification>, online, accessed March 2015.
- [93] CSA – Cloud Security Alliance, “CSA Security, Trust and Assurance Registry (STAR) Overview”, <https://cloudsecurityalliance.org/star/>, online, accessed March 2015.
- [94] AICPA American institute of CPAs, “SOC 3”, <http://www.aicpa.org/interestareas/frc/assuranceadvisoryservices/pages/aicpasoc3report.aspx>, online, accessed March 2015.
- [95] Amazon Web Services Team, “Summary of the AWS Service Event in the US East Region”, July 2012, <http://aws.amazon.com/message/67457/>, online, accessed March 2015.

- [96] C. Metz, “Leap second’ bug wreaks havoc across web”, July 2012, <http://www.wired.com/2012/07/leap-second-bug-wreaks-havoc-with-java-linux/>, online, accessed March 2015.
- [97] R. Miller, “Leap second led Facebook to build DCIM Tools”, Aug. 2013, <http://www.datacenterknowledge.com/archives/2013/08/06/server-storm/>, online accessed March 2015.
- [98] British Telecom, “Business trust in data security in the cloud at an all-time low”, Sep. 2014, http://www.globalservices.bt.com/uk/en/news/business_trust_in_data_security_in_cloud_at_all_time_low, online, accessed March 2015.
- [99] U.S. Department of Justice, “Justice Department charges leaders of Megaupload with widespread online copyright infringement”, Jan 2012, <http://www.fbi.gov/news/pressrel/press-releases/justice-department-charges-leaders-of-megaupload-with-widespread-online-copyright-infringement>, online, accessed March 2015. C. Mikolajczak, R. Campos, Reuters, “Nasdaq market paralyzed by three hour shutdown”, Aug. 2013, <http://www.reuters.com/article/2013/08/22/us-nasdaq-halt-tape-idUSBRE97LOV420130822>, online, accessed March 2015.
- [100] C. Mikolajczak, R. Campos, Reuters, “Nasdaq market paralyzed by three hour shutdown”, Aug. 2013, <http://www.reuters.com/article/2013/08/22/us-nasdaq-halt-tape-idUSBRE97LOV420130822>, online, accessed March 2015.
- [101] Verizon Enterprise Solutions, “2014 data breach investigations report”, <http://www.verizonenterprise.com/DBIR/2014/>, online, accessed March 2015.
- [102] K. Giannakouris, M. Smihily, European Commission, “Cloud Computing – statistics on the use by enterprises”, Nov. 2014, http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Cloud_computing_-_statistics_on_the_use_by_enterprises, online, accessed March 2015.
- [103] E. O. Yeboah-Boateng, K. A. Essandoh, “Factors influencing the adoption of Cloud Computing by Small and Medium Enterprises in Developing Economies”, *International Journal of Emerging Science and Engineering (IJESE)*, ISSN: 2319-6378, Vol 2, Issue 4, February 2014.
- [104] G. Davey, Dell UK, “Cloud vs. on-premise solution: A performance comparison”, <http://techpageone.dell.com/technology/cloud-vs-on-premise-solution-a-performance-comparison/>, online, accessed March 2015.
- [105] Microsoft, “Olympic Air, Greek Airline takes flight with Cloud-Based web marketing strategy”, Dec. 2014, <https://customers.microsoft.com/Pages/CustomerStory.aspx?recid=14992>, online, accessed March 2015.
- [106] M. Carcary, E. Doherty, G. Conway, S. McLaughlin, “Cloud Computing Adoption Readiness and Benefit Realization in Irish SMEs—An Exploratory Study”, *Information Systems Management*, Vol 31, Issue 4, 2014, pages 313-327, DOI:10.1080/10580530.2014.958028.
- [107] The Economist, “Silver Linings, Banks big and small are embracing cloud computing”, July 2013, <http://www.economist.com/news/finance-and-economics/21582013-banks-big-and-small-are-embracing-cloud-computing-silver-linings>, online, accessed March 2015.
- [108] Deutsche Bank, “identity management in the new hybrid Cloud World”, http://www.opendatacenteralliance.org/docs/vote_pdfs/Identity_Management_in_the_New_Hybrid_Cloud_World.pdf, online, accessed March 2015.
- [109] P. Gupta, A. Seetharamam, J. R. Raj, “The usage and adoption of cloud computing by small and medium businesses”, *International Journal of Information Management*, Vol 33, Issue 5, Oct 2013, pages 861-874, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2013.07.001>
- [110] EMC, “Global forum survey results summary – Rise in hybrid Cloud adoption”, <http://www.emc.com/infographics/hybrid-cloud.htm>, online, accessed March 2015.
- [111] The Open Group, “Maximizing the value of Cloud for Small-Medium Enterprises: Existing Cloud Offerings geared towards the SME”, http://www.opengroup.org/cloud/cloud/cloud_sme/offerings.htm#fig5, online, accessed March 2015.

- [112] N. Nussbaumer, X. Liu, "Cloud migration for SMEs in a Service Oriented Approach", Computer Software and Applications Conference Workshops (COMPSACW), 2013 IEEE 37th Annual, July 2013, pages 457-462, <http://dx.doi.org/10.1109/COMPSACW.2013.71>
- [113] B.G. Ferrin, R.E. Plank, "Total Cost of Ownership: An exploratory study", Journal of supply chain management", Apr. 2002, Vol 38, Issue 2, pages 18-29.
- [114] J. Rath, Vantage Data Centers, "Data center strategies – Simplifying high-stakes, mission critical decisions in a complex industry.", http://vantagedatacenters.com/earthday/Pdf/DCK-datacenter_strategies.pdf, online, accessed March 2015.
- [115] J. Koomey, K. Brill, P. Turner, J. Stanley, B. Taylor, Uptime Institute, "A simple model for determining true total cost of ownership for data centers", <http://www.datascienceassn.org/sites/default/files/Simple%20Model%20DeterminingTrue%20OTCO%20for%20Data%20Centers.pdf>, online, accessed March 2015.
- [116] Νόμος υπ. αριθμ. 4110, Φύλλο Εφημερίδας Κυβερνήσεως, Τεύχος Α, Αρ. Φύλλου 17, 23 Ιανουαρίου 2013.
- [117] Grant Thornton, "Διεθνή Πρότυπα Χρηματοοικονομικής Πληροφόρησης", Αναλυτική παρουσίαση, 2η Έκδοση, Τόμοι Α, Β, Γ, Αθήνα Ιούνιος 2006.
- [118] Microsoft White Paper, "The Enterprise PC Lifecycle, seeing the Big Picture for PC fleet management", [http://download.microsoft.com/download/1/A/7/1A765767-7CC2-4604-8F18-C8954D548F09/Enterprise%20PC%20Lifecycle%20\(Desktop%20Opt\)%20-%20whitepaper.pdf](http://download.microsoft.com/download/1/A/7/1A765767-7CC2-4604-8F18-C8954D548F09/Enterprise%20PC%20Lifecycle%20(Desktop%20Opt)%20-%20whitepaper.pdf), online, accessed December 2014.
- [119] S. Selhorst, "A Forester Total Economic impact study commissioned by HP and Intel", May 2014, <http://www8.hp.com/h20195/V2/GetPDF.aspx/4AA5-2822ENW.pdf>, online, accessed December 2014.
- [120] Computer Economics Inc, "Residual Value Forecast (RVF)", <http://www.computereconomics.com/page.cfm?name=Residual%20Value%20Forecasts>, online, accessed December 2014.
- [121] Dell Inc. White Paper, "Dell Asset Resale and Recycling White Paper", August 2012, <http://i.dell.com/sites/doccontent/business/solutions/whitepapers/en/Documents/asset-resale-recycling-whitepaper.pdf>, online, accessed December 2014.
- [122] D. Buchholz, D. Devetter, J. Gonzalez, O. Livne, J. Mahvi, "PC Lifecycle Management: Boosting Productivity and IT Efficiency", Intel @Intel White Paper, July 2012, <http://www.intel.com.au/content/dam/www/public/us/en/documents/best-practices/pc-lifecycle-management.pdf>, online, accessed December 2014.
- [123] L. Mearian, "Drives sold on eBay hold private data", February 2009, <https://investigation.com/2009/02/16/drives-sold-ebay-hold-private-data/>, online, accessed December 2014.
- [124] Google Inc, "Data and security", <http://www.google.com/about/datacenters/inside/data-security/>, online, accessed December 2014.
- [125] R. Perry, IDC, "Server Refresh Cycles: The Costs of Extending Life Cycles", August 2012, <http://evolvedis.com/wp-content/uploads/2012/12/IDC-Analyst-Connection-4AA4-3104ENW.pdf>, online, accessed December 2014.
- [126] Network Alliance, "Understanding Technology and IT Costs", <http://www.networkalliance.com/your-advantage/understanding-technology-it-costs>, online, accessed December 2014.
- [127] V. Kumar, P. Vidhyalakshmi, "SaaS as a Business Development Tool for MSMEs", 3rd International Conference on Business Management, February 2013, <http://cgr.umt.edu.pk/icobm2013/papers/Papers/IC3-Jan-2013-072.pdf>, online, accessed December 2014.
- [128] J. Khawaja, CIO Forum, "Cloud: All Things Equal. How cloud computing will change the face of small business and entrepreneurship", November 2012, <http://www.enterprisecioforum.com/en/blogs/jkhawaja/cloud-all-things-equal>, online, accessed December 2014.
- [129] Dbvisit, "Small business moving to cloud, DR Solutions", August 2014,

- http://www.dbvisit.com/news/small_businesses_moving_to_cloud_dr_solutions/, online, accessed December 2014.
- [130] J. Scaramella, M. Marden, J. Daly, R. Perry, IDC White Paper, “The Cost of Retaining Aging IT Infrastructure”, February 2014, <http://www.lenovo.com/images/products/server/pdfs/whitepapers/IDC%20Whitepaper%20246755.pdf>, online, accessed December 2014.
- [131] J. Frank, The Datacenter Journal, “In 2014, Proactive UPS Maintenance is Essential for all data center Managers”, February 2014, <http://www.datacenterjournal.com/facilities/2014-proactive-ups-maintenance-essential-data-center-managers/>, online, accessed December 2014.
- [132] J. C. Pucciarelli, J. Kopyy, IDC White Paper, “Managing IT Infrastructure Renewal: A Business Framework to Reduce Server and Storage Costs”, September 2010, <http://f2.washington.edu/fm/ps/ecommerce/sites/default/files/pdfs/idcwhitpaper.pdf>, online, accessed December 2014.
- [133] CA Technologies Research Report, “The Avoidable Cost of Downtime, The impact of IT downtime on employee productivity”, January 2011, http://www.ca.com/~media/Files/SupportingPieces/acd_report_110110.ashx, online, accessed December 2014.
- [134] T. Erl, Z. Mahmood, R. Puttini, “Cloud Computing, Concepts, Technology & Architecture”, 2013 Arcitura Education Inc, ISBN-13:978-0-13-338752-0, ISBN-10:0-13-338752-6.
- [135] D. Rutland, Rackspace Hosting, “Cloud Economics”, 2012, http://c1776742.cdn.cloudfiles.rackspacecloud.com/downloads/pdfs/WhitePaper_CloudEconomics.pdf, online, accessed December 2014.
- [136] Bank of Greece, “Τραπεζικά επιτόκια καταθέσεων και δανείων: Ιανουάριος 2015”, Μάρτιος 2015, http://www.bankofgreece.gr/Pages/el/Bank/News/PressReleases/DisplItem.aspx?Item_ID=4909&List_ID=1af869f3-57fb-4de6-b9ae-bdf83c66c95&Filter_by=DT, online, accessed March 2015.
- [137] Tak, B., Urgaonkar, B., Sivasubramaniam, “To Move or not to Move: The Economics of Cloud Computing”, In: Third USENIX Workshop on Hot Topics in Cloud Computing (HOTCLOUD 2011) (2011).
- [138] S. Bibi, D. Katsaros, P. Bozani, “Business Application Acquisition: On-Premise or SaaS-Based Solutions?”, Software IEEE, Volume 29, Issue 3, pages 86-93, 2012, <http://dx.doi.org/10.1109/MS.2011.119>.
- [139] Government Procurement Branch, Ministry of BIE, New Zealand, “Total Cost of Ownership, an introduction to whole-of-life costing”, October 2013, <http://www.business.govt.nz/procurement/pdf-library/agencies/guides-and-tools/guide-total-cost-ownership.pdf>, online, accessed December 2014.
- [140] Foration Limited, “Cost of downtime for SMEs – Infographic”, August 2014, <http://foration.com/cost-of-downtime/>, online, accessed December 2014.
- [141] Evolgen, “Downtime, outages and failures – understanding their true costs”, September 2014, <http://www.evolgen.com/blog/downtime-outages-and-failures-understanding-their-true-costs.html>, online, accessed December 2014.
- [142] Tech Journal, “Working in the dark: financial impact of IT downtime”, December 2011, <http://www.techjournal.org/tag/stratus-technologies/>, online, accessed December 2014.
- [143] Ricoh White Paper, “An Ounce of Prevention: The IT Imperative for Small and Midsized Business”, 2012, http://www.ricoh-usa.com/services_and_solutions/business_information_solutions/ricoh_managed_it_services_for_smb/common/docs/pdf/ounce_of_prevention_wp.pdf, online, accessed December 2014.
- [144] Ponemon Institute, “2013 Cost of Data Center outages”, December 2013, http://www.emersonnetworkpower.com/documentation/en-us/brands/liebert/documents/white%20papers/2013_emerson_data_center_cost_downtime_sl-24680.pdf, online, accessed December 2014.

- [145] Rackspace, "Downtime Cost Calculator", <http://www.rackspace.com/disaster-recovery-planning/#downtime-calc>, online, accessed December 2014.
- [146] N. Zeitler, SAP, "Eleven Criteria for choosing a Partner", September 2013, <http://www.news-sap.com/eleven-criteria-for-choosing-a-partner/>, online, accessed December 2014.
- [147] Project Management Institute White Paper, "Cloud Computing: The New Strategic Weapon", http://www.pmi.org/business-solutions/~media/PDF/Business-Solutions/Cloud%20Computing_FINAL.ashx, online, accessed December 2014.
- [148] D.P. Dube, V.P. Gulati, "Information system audit and assurance", 2005, Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, ISBN-13:978-0-07-058569-0, ISBN-10:0-07-058569-5.
- [149] S.K. Garg, S.Versteeg, R. Buyya, "SMICloud: A framework for comparing and Ranking Cloud services", Utility and Cloud Computing (UCC), 2011 4th IEEE International Conference, December 2011, pages 210-218, <http://dx.doi.org/10.1109/UCC.2011.36>.
- [150] Department for Business Innovation & Skills U.K., "2013 Information Security Breaches Survey", 2013, <https://www.pwc.co.uk/assets/pdf/cyber-security-2013-technical-report.pdf>, online, accessed March 2015.
- [151] EBay Inc., "Frequently Asked Questions on eBay Password Change", 21 Μαΐου 2014, http://www.ebayinc.com/in_the_news/story/faq-ebay-password-change, online, accessed December 2014.
- [152] Ponemon Institute, IBM Inc., "Data Breach Risk Calculator", <http://www-935.ibm.com/services/us/en/it-services/security-services/data-breach-risk-calculator-infographic/index.html>, online, accessed March 2015.
- [153] World Economic Forum, "Global Risks 2015, Insight Report, 10th Edition", REF:090115, http://docs.media.bitpipe.com/io_10x/io_102267/item_465972/The%20Global%20Risks%200%20report%202015.pdf, online, accessed March 2015.
- [154] Ponemon Institute LLC, Netskope, "Data Breach: The Cloud Multiplier Effect", June 2014, <https://resources.netskope.com/h/i/40485089-data-breach-the-cloud-multiplier-effect/162467>, online, accessed December 2014.
- [155] Isaca Cloud Computing Vision Series White Paper, "Calculating CLOUD ROI: From the Customer Perspective", July 2012, <https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/3779580640679/ISACA-Calculating-Cloud-ROI.pdf>, online, accessed December 2014.
- [156] Edward Walker, Walter Brisken, Jon Romney, "To Lease or Not to Lease from Storage Clouds", IEEE Computer, vol. 43(4), April 2010.
- [157] V. Osipov, D. Kaminsky, A.S.Negi et al, "The Bug Bounty List. A comprehensive, up to date list of bug bounty and disclosure programs from across the web curated by the Bugcrowd researcher community." <https://bugcrowd.com/list-of-bug-bounty-programs>, online, accessed March 2015.
- [158] D. Liveri, Dr. M.A.C. Dekker, European Union for Network and Information Security-ENISA, "Security Framework for Governmental Clouds", February 2015, Available online at http://www.enisa.europa.eu/activities/Resilience-and-CIIP/cloud-computing/governmental-cloud-security/security-framework-for-govenmental-clouds/security-framework-for-governmental-clouds/at_download/fullReport, last accessed March 2015.
- [159] J. Keung, F. Kwok, "Cloud deployment model selection assessment for smes: renting or buying a cloud", 2012 IEEE/ACM Fifth International Conference on Utility and Cloud Computing, Available online at <http://www.computer.org/csdl/proceedings/ucc/2012/4862/00/4862a021.pdf>, last accessed March 2015.
- [160] N. Nussbaumer, X. Liu, "Cloud migration for SMEs in a Service Oriented Approach", 2013 IEEE 37th Annual Computer and Applications Conference Workshops, Available online at <http://dx.doi.org/10.1109/COMPSACW.2013.71>, last accessed March 2015.
- [161] T. Dillon, C. Wu, E. Chang, "Cloud Computing: Issues and Challenges", "24th IEEE International Conference on Advanced Information Networking and Applications, Perth, Australia, 20-23 April, 2010.

- [162] S. Paquette, P. T. Jaeger and S.C. Wilson, "Identifying the security risks associated with governmental use of cloud computing", *Government Information Quarterly*, vol. 27, no. 1, pp 245-253, 2010.
- [163] A. O. Akande, N. A. April, J-P .V. Belle, "Management Issues with Cloud Computing", *ICCC '13 Proceedings of the Second International Conference on Innovative Computing and Cloud Computing*, pp 119, 2013, available online at <http://dx.doi.org/10.1145/2556871.2556899>, last accessed March 2015.
- [164] D. Zissis, D. Lekkas, "Addressing cloud computing security issues", *Future Generation Computer Systems*, vol. 28, no. 1, pp. 583-592, 2012.
- [165] O. M. Creado, B. Srinivasan, P. D. Le, J. Tan, "An explicit trust mode towards better system security", 4th International conference on Computer Science & Information Technology (CCSIT 2014), Feb 2014, Sydney Australia, available online at <http://airccj.org/CSCP/vol4/csit41912.pdf>, last accessed March 2015.
- [166] H. Kett, H. kasper, J. Falkner, A. Weisbecker, "Trust Factors for the Usage of Cloud Computing in Small and Medium Sized Craft Enterprises", *Economics of Grids, Clouds, Systems, and Services, Lecture Notes in Computer Science* vol. 7714, 2012, pp.169-181.
- [167] Badie N. Farah, (2013) "A Model for Managing Uncertainty on the Cloud," *Journal of Management Policy and Practice*, Vol. 14, Iss. 6, pp. 19 - 24, available online at http://www.na-businesspress.com/JMPP/FarahBN_Web14_6_.pdf, last accessed March 2015.
- [168] Nasuni, White Paper, "The state of Cloud storage", available online at <http://www6.nasuni.com/rs/nasuni/images/Nasuni-2015-State-of-Cloud-Storage-Report.pdf>, last accessed August 2015.
- [169] Wikipedia, "Enterprise Resource Planning", available online at https://en.wikipedia.org/wiki/Enterprise_resource_planning, last accessed August 2015.
- [170] Cloud Standards Customer Council, "Migrating Applications to public Cloud Services: Roadmap to success", available online at <http://www.cloud-council.org/Migrating-Apps-to-the-Cloud-Final.pdf>, last visited August 2015.
- [171] Aspex, "SME and the Cloud, Market survey into status, steps and standpoints", available online at https://www.aspex.be/media/122675/aspex_wp_sme_and_the_cloud.pdf, last visited August 2015.
- [172] Have I been pwned?, Troy Hunt, <https://haveibeenpwned.com>, online, accessed September 2016.
- [173] Π. Φιτσιλής, "Σύγχρονα Πληροφοριακά Συστήματα Επιχειρήσεων, ERP, CRM, BPR", *Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο*, ISBN: 978-960-603-111-3.
- [174] Αρχή Προστασίας Προσωπικών Δεδομένων, "Ιδιωτικότητα, παρακαλώ!", http://www.dpa.gr/portal/page?_pageid=33,96295,33_96308:33_96321&_dad=portal&_sc_hema=PORTAL, online, accessed September 2016.
- [175] Ευρετήριο οικονομικών όρων, "Καθαρή Παρούσα Αξία", <https://www.euretirio.com/kathari-parousa-axia-kpa-npn/>, online, accessed September 2016.
- [176] Bob Lord, CISO, "An Important Message About Yahoo User Security", <https://yahoo.tumblr.com/post/150781911849/an-important-message-about-yahoo-user-security>, online accessed September 2016.
- [177] Eurostat, "Number of enterprises, persons employed and gross value added (GVA) and the share of SMEs, 2012", [http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/File:Number_of_enterprises,_persons_employed_and_gross_value_added_\(GVA\)_and_the_share_of_SMEs,_2012.png](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/File:Number_of_enterprises,_persons_employed_and_gross_value_added_(GVA)_and_the_share_of_SMEs,_2012.png), online, accessed September 2016.
- [178] Russell LB, "Modelling for cost-effectiveness analysis", <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10602148>, online, accessed September 2016.