



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΣΧΟΛΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΕΡΕΥΝΑ ΚΑΙ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΣΤΙΣ ΔΗΜΟΣΙΕΣ ΠΛΑΤΦΟΡΜΕΣ CLOUD
COMPUTING - AMAZON WEB SERVICES ΚΑΙ MICROSOFT AZURE**

Ελένη Καρτσακλή

Επιβλέπων: Ευριπίδης Γλαβάς

Καθηγητής, Τμήμα Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών, Σχολή Πληροφορικής &
Τηλεπικοινωνιών, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

Κοσμήτορας, Σχολής Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών του Πανεπιστημίου
Ιωαννίνων

Ιωάννινα, Μάρτιος, 2022

**RESEARCH AND COMPARISON ON THE PUBLIC CLOUD
COMPUTING PLATFORMS – AMAZON WEB SERVICES AND
MICROSOFT AZURE**

Εγκρίθηκε από τριμελή εξεταστική επιτροπή

Άρτα, 16 Ιουνίου 2022

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

1. Επιβλέπων καθηγητής

Ευριπίδης Γλαβάς,

2. Μέλος επιτροπής

Νικόλαος Γιαννακέας,

3. Μέλος Επιτροπής

Αλέξανδρος Τζάλλας,

© Καρτσακλή Ελένη, 2022.

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Δήλωση μη λογοκλοπής

Δηλώνω υπεύθυνα και γνωρίζοντας τις κυρώσεις του Ν. 2121/1993 περί Πνευματικής Ιδιοκτησίας, ότι η παρούσα μεταπτυχιακή εργασία είναι εξ ολοκλήρου αποτέλεσμα δικής μου ερευνητικής εργασίας, δεν αποτελεί προϊόν αντιγραφής ούτε προέρχεται από ανάθεση σε τρίτους. Όλες οι πηγές που χρησιμοποιήθηκαν (κάθε είδους, μορφής και προέλευσης) για τη συγγραφή της περιλαμβάνονται στη βιβλιογραφία.

Καρτσακλή Ελένη

Υπογραφή

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η πρόοδος της συνδεσιμότητας στο Διαδίκτυο και η πρόσβαση σε αυτό ακόμη και στις πιο απομακρυσμένες περιοχές έχει οδηγήσει στην εμφάνιση μίας νέας τεχνολογικής και κοινωνικής πραγματικότητας, του Cloud computing. Χάρη σε αυτό το νέο υπολογιστικό περιβάλλον μπορούμε να χρησιμοποιούμε πόρους και υπηρεσίες οποτεδήποτε και οπουδήποτε. Δύο μεγάλες τεχνολογικές εταιρείες, η Amazon και η Microsoft, έχουν αναπτύξει τις υπηρεσίες του καταφέροντας να γίνουν πρωτοπόροι στη παροχή υπηρεσιών ιστού, δημιουργώντας δικές τους πλατφόρμες Cloud computing, τις Amazon Web Services και Microsoft Azure με τις οποίες προσφέρουν και τα τρία μοντέλα υπηρεσιών – SaaS, PaaS, IaaS-στους χρήστες. Η εργασία αυτή αναλύει με απλό τρόπο τις υπηρεσίες των Amazon AWS και Microsoft Azure, επικεντρώνοντας σε τέσσερις υπηρεσίες Cloud, τις Υπηρεσίες Πληροφορικής, τις Βάσεις Δεδομένων και Αποθήκευση, την Ασφάλεια και τις Υπηρεσίες Δικτύου, προσπαθώντας παράλληλα να αποδώσει αυτή την ανάλυση όσο πιο αντικειμενικά γίνεται από την αγγλική γλώσσα, χρησιμοποιώντας ως έναυσμα επιστημονικά περιοδικά και πληροφορίες από τις επίσημες ιστοσελίδες των εταιρειών.

Λέξεις-κλειδιά: Υπολογιστικό περιβάλλον, πλατφόρμα, υπηρεσίες, αποθήκευση, πόροι.

ABSTRACT

The progress of Internet connectivity and the access to it even in the most remote areas has led to the appearance of a new technological and social reality, Cloud computing. Thanks to this new computing environment we can use or store resources, data, and services anywhere and at any time. Two big technological companies, Amazon, and Microsoft, have developed its services managing to become pioneers in Web services, creating their own Cloud computing platforms, Amazon Web Services and Microsoft Azure, offering all three service models of Cloud computing -SaaS, PaaS, IaaS- to the users. This thesis analyses in a simple way the services of Amazon AWS and Microsoft Azure, focusing on four cloud services, Compute Services, Databases and Storage, Security and Network Services, while trying to render this analysis as objectively as possible from the English language, using as trigger research from scientific magazines and information from the official online documentation of the two companies.

Keywords: Cloud computing, platform, services, Amazon AWS, Microsoft Azure.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	6
ABSTRACT.....	7
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ.....	8
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	9
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	10
ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ.....	11
ΑΠΟΔΟΣΗ ΟΡΩΝ / ΓΛΩΣΣΑΡΙΟ.....	12
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	11
Κεφάλαιο 1. Επισκόπηση του Cloud computing.....	15
1.1 Τι είναι το Cloud computing.....	15
1.2 Μοντέλα υπηρεσιών και ανάπτυξης Cloud.....	16
1.3 Πλεονεκτήματα της χρήσης του Cloud computing.....	20
1.4 Υποστήριξη Cloud υπηρεσιών από τις επιχειρήσεις.....	21
Κεφάλαιο 2. Έρευνα.....	22
2.1 Επισκόπηση του Amazon AWS.....	23
2.2 Amazon Elastic Compute Cloud.....	29
2.3 Microsoft Azure.....	37
2.4 Ανάλυση υπηρεσιών της πλατφόρμας Microsoft Azure.....	41
Κεφάλαιο 3. Σύγκριση.....	56
Κεφάλαιο 4. Πρακτικό μέρος.....	67
Κεφάλαιο 5. Ανακεφαλαίωση.....	64
ΠΗΓΕΣ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	81
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	83

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 2.2 Τύποι παρουσιών.....	31
Πίνακας 2.3 Υπηρεσίες εφαρμογών Azure.....	43
Πίνακας 2.3 Τύποι storage accounts και υπηρεσίες που υποστηρίζουν.....	47
Πίνακας 3.1 Σύγκριση υπηρεσιών πληροφορικής.....	58
Πίνακας 3.2 Σύγκριση αποθήκευσης και βάσεων δεδομένων.....	58
Πίνακας 3.3 Σύγκριση υπηρεσιών ελέγχου εφαρμογών.....	57
Πίνακας 3.4 Σύγκριση αποθήκευσης.....	57
Πίνακας 3.5 Σύγκριση Διαχείρισης λογαριασμού και υπηρεσιών.....	59
Πίνακας 3.6 Σύγκριση αυθεντικοποίησης και εξουσιοδότησης.....	59
Πίνακας 3.7 Σύγκριση υπηρεσιών ασφαλείας.....	59
Πίνακας 3.8 Σύγκριση υπηρεσιών δικτύου.....	60

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1.1 Cloud Computing.....	1
Εικόνα 1.2 Τύποι Cloud Computing.....	6
Εικόνα 1.4 Πλεονεκτήματα του Cloud Computing.....	7
Εικόνα 2.1.α Amazon AWS Portal.....	10
Εικόνα 2.1.β Λογότυπο Amazon AWS.....	11
Εικόνα 2.1.γ Υπηρεσίες της Amazon AWS.....	15
Εικόνα 2.2.α Αρχιτεκτονική AMI – παρουσιών.....	18
Εικόνα 2.2.β Παράδειγμα λειτουργίας Amazon EBS.....	20
Εικόνα 2.2.γ Αρχιτεκτονική Instance Store.....	21
Εικόνα 2.2.δ Συνδυασμός Amazon EBS και Amazon S3.....	22
Εικόνα 2.3.α Azure Portal.....	24
Εικόνα 2.3.β Παράδειγμα λειτουργίας RBAC.....	26
Εικόνα 2.3.γ Λογότυπο Microsoft Azure	27
Εικόνα 2.4.α Οι τρεις τρόποι φιλοξενίας εφαρμογών με τις ανάλογες υπηρεσίες	28
Εικόνα 2.4.β Εφαρμογές που υποστηρίζει η Azure App Service.....	30
Εικόνα 2.4.γ Τρόποι αποθήκευσης στις εικονικές μηχανές.....	31
Εικόνα 2.4.δ Αρχιτεκτονική εικονικής μηχανής.....	32
Εικόνα 2.4.ε Υπηρεσίες πληροφορικής Azure.....	33
Εικόνα 2.4.ζ Τύποι storage account.....	35
Εικόνα 2.4.στ Λογότυπο Microsoft Azure SQL Database.....	35
Εικόνα 2.4.η Διαχείριση ExpressRoute.....	40
Εικόνα 2.4.θ Λειτουργία Azure Traffic Manager.....	41
Εικόνα 2.4.ι Azure Content Delivery Network.....	41
Εικόνα 1.1 Student Model Class.....	47
Εικόνα 1.2 Χαρακτηριστικά του App Service universityapplication9.....	47
Εικόνα 1.3 Βάση δεδομένων studentsDb και διακομιστής universityappserver.....	47

Εικόνα 1.4 Δεδομένα της βάσης δεδομένων Student στο Azure portal.....	48
Εικόνα 1.5 Δεδομένα της βάσης δεδομένων Course στο Azure portal.....	48
Εικόνα 1.6 Δεδομένα της βάσης δεδομένων Direction στο Azure portal.....	49
Εικόνα 2.1 Microsoft Azure Marketplace Compute Services.....	50
Εικόνα 2.2 Χαρακτηριστικά εικονικής μηχανής.....	51
Εικόνα 2.3 Σύνδεση στην εικονική μηχανή με Remote Desktop Protocol.....	51
Εικόνα 2.4 Εικονική μηχανή Windows.....	52
Εικόνα 3.1 Ορισμός ρυθμίσεων για το function app.....	53
Εικόνα 3.2 Δημιουργία function app.....	53
Εικόνα 3.3 Μήνυμα.....	54
Εικόνα 4.1 Παράδειγμα GraphQL αρχείου.....	55
Εικόνα 4.2 Είσοδος χρήστη στην εφαρμογή.....	55
Εικόνα 4.3 Μήνυμα αποτυχίας αυθεντικοποίησης.....	56
Εικόνα 4.4 Δημιουργία λογαριασμού.....	56
Εικόνα 4.5 Εισαγωγή κωδικού για δημιουργία λογαριασμού.....	57
Εικόνα 4.6 Email κωδικού επικεροποίησης.....	57
Εικόνα 4.7 Δημιουργία σημείωσης.....	57
Εικόνα 4.8 Διαγραφή σημείωσης.....	58
Εικόνα 5.1 Linux blueprints.....	59
Εικόνα 5.2 Windows blueprints.....	60
Εικόνα 5.3 Δημιουργία παρουσίας με όνομα Windows_Server_2016-1.....	60
Εικόνα 5.4 Παρουσία Windows.....	61
Εικόνα 5.5 Δημόσια στατική διεύθυνση IP.....	62
Εικόνα 5.6 Δημιουργία backup snapshot.....	62
Εικόνα 5.7 Backup και Sysprep snapshots.....	63
Εικόνα 5.8 Bucket storage.....	63

ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ

AMI.....	Amazon Machine Image
API.....	Application Programming Interface
Amazon EBS.....	Amazon Elastic Block Store
Amazon ECS.....	Amazon Elastic Container Service
Amazon EKS.....	Amazon Elastic Kubernetes Service
Amazon S3.....	Amazon Simple Storage Service
Amazon RDS.....	Amazon Relational Database Service
Amazon SQS.....	Amazon Simple Queue Service
Amazon VPC.....	Amazon Virtual Private Cloud
AWS.....	Amazon Web Services
AWS CLI.....	Amazon Web Services Command Line Interface
AWS IAM.....	Amazon Web Services Identity and Access Manager
AWS VPN.....	Amazon Web Services Virtual Private Network
AWS WAF.....	Amazon Web Services Web Application Firewall
Azure AD.....	Azure Active Directory
Azure AD B2B.....	Azure Active Directory Business to Business
Azure AD B2C.....	Azure Active Directory Business to Consumer
Azure ASM.....	Azure Service Management
CDN.....	Content Delivery Network
CPU.....	Central Process Unit
CRM.....	Customer Relationship Management
DaaS.....	Data as a Service
DevOps.....	Development and Operations
DNS.....	Domain Name System
DDoS.....	Distributed Denial of Service
EC2.....	Elastic Compute Cloud

EF Core.....	Entity Framework Core
ELB.....	Elastic Load Balancing
FaaS.....	Function as a Service
FIFO.....	First In First Out
IaaS.....	Infrastructure as a Service
IDE.....	Integrated Development Environment
IIS.....	Internet Information Services
IoT.....	Internet of Things
IP.....	Internet Protocol
IPv4.....	Internet Protocol version 4
IPv6.....	Internet Protocol version 6
GCE.....	Google's Compute Engine
GUI.....	Graphic User Interface
NIC.....	Network Interface Card
NSG.....	Network Security Group
MVC.....	Model-View-Controller
O/RM.....	Object Relational Mapper
POP.....	Point Of Presence
RBAC.....	Role Based Access Control
RDP.....	Remote Desktop Protocol
REST.....	Representational State Transfer
SaaS.....	Software as a Service
SAS.....	Shared Access Signature
SCM.....	Supply Chain Management
SMB.....	Standard Server Message Block
SSD.....	Solid State Drive
StaaS.....	Storage as a Service
TFS.....	Team Foundation Server

URI.....Uniform Resource Identifier
URL.....Uniform Resource Locator
VHD.....Virtual Hard Disk
VM.....Virtual Machine
VNets.....Virtual Networks
VPC.....Virtual Private Network

ΑΠΟΔΟΣΗ ΟΡΩΝ / ΓΛΩΣΣΑΡΙΟ

ΕΛΛΗΝΙΚΑ

Αποθήκευση: Μοντέλο του Cloud computing που αποθηκεύει δεδομένα στο Διαδίκτυο μέσω ενός παρόχου ο οποίος διαχειρίζεται την αποθήκευση ως υπηρεσία.

Βάση δεδομένων: Οργανωμένη συλλογή πληροφοριών ή δεδομένων που αποθηκεύονται ηλεκτρονικά σε ένα υπολογιστικό σύστημα. Τα δεδομένα μοντελοποιούνται σε γραμμές και στήλες και με κατάλληλες εντολές μπορούν να τροποποιηθούν, ανανεωθούν ή να διαγραφούν.

Γραφικό περιβάλλον χρήστη: Οπτικός τρόπος αλληλεπίδρασης με έναν υπολογιστή χρησιμοποιώντας παράθυρα, μενού, εικόνες ή άλλες απεικονίσεις (γραφικά).

Δεδομένα: Μικρές ομάδες πληροφοριών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για έρευνα, υπολογισμούς, ανάλυση ή αναφορές και συγκεντρώνονται σε γραφήματα, πίνακες ή εικόνες.

Διακομιστής ή εξυπηρετητής: Υλικό ή λογισμικό που παρέχει υπηρεσίες σε έναν πελάτη με βάση κάποιο αίτημα. Η επικοινωνία πελάτη – διακομιστή γίνεται μέσω ενός τοπικού δικτύου ή μέσω του Διαδικτύου (Internet).

Διαδίκτυο (Internet): Παγκόσμιο δίκτυο με δισεκατομμύρια συνδεδεμένες συσκευές.

Διεύθυνση IP: Η ξεχωριστή διεύθυνση που έχει κάθε υπολογιστική συσκευή για να επικοινωνεί με άλλες συσκευές στο δίκτυο IP.

Δίκτυο: Συλλογή υπολογιστών, διακομιστών ή άλλων υπολογιστικών συσκευών όπως tablets, smartphones ή τηλεοράσεις, που συνδέονται και επικοινωνούν μεταξύ τους με σκοπό την ανταλλαγή δεδομένων.

Δίσκος SSD: Δίσκος αποθήκευσης δεδομένων με μνήμη flash που προσφέρει γρηγορότερη απόδοση.

Δρομολογητής: Η συσκευή που επικοινωνεί με το Διαδίκτυο και την συσκευή που συνδέεται με αυτό.

Έλεγχος Πρόσβασης: Υποδεικνύει το άτομο ή ομάδα ατόμων που επιτρέπεται να έχουν πρόσβαση στα δεδομένα μίας εταιρείας, επιχείρησης ή οργανισμού.

Ενσωματωμένο Περιβάλλον Ανάπτυξης: Το περιβάλλον για ανάπτυξη, έλεγχο και αποσφαλμάτωση κώδικα.

Εξισορρόπηση φόρτου: Η ισομερής κατανομή κίνησης δικτύου ώστε να αποτρέπεται η αποτυχία από την υπερφόρτωση ενός πόρου.

Εύρος Ζώνης: Η περιοχή συχνοτήτων στις οποίες εκπέμπει ένα σήμα.

Καθυστέρηση δικτύου: Ο χρόνος που χρειάζεται ώστε τα δεδομένα να μεταφερθούν στο δίκτυο και πίσω στη πηγή.

Κέντρο δεδομένων: Κτήριο, ένας χώρος μέσα σε ένα κτήριο ή ένα σύμπλεγμα κτηρίων που στεγάζουν υπολογιστικά συστήματα μαζί με τα συστατικά τους όπως τηλεπικοινωνίες και συστήματα αποθήκευσης. Χρησιμοποιείται για την αποθήκευση, επεξεργασία και διαμοιρασμό μεγάλων ποσοτήτων δεδομένων.

Κρυπτογράφηση: Η μελέτη τεχνικών επικοινωνίας ώστε το μήνυμα που στέλνεται από τον αποστολέα να προβάλλεται μόνο από τον παραλήπτη.

Μεταδεδομένα: Τα δεδομένα που παρέχουν πληροφορίες για άλλα δεδομένα.

Περιοχή: Γεωγραφική τοποθεσία του κέντρου δεδομένων. Οι περιοχές μπορούν να βρίσκονται σε όλο το κόσμο, σε πολλές πόλεις.

Πλήρως διαχειριζόμενη υπηρεσία: Είναι η υπηρεσία που επιτρέπει τη δυναμική αλλαγή απόδοσης και δυνατοτήτων ώστε να ανταπεξέλθει στους φόρτους εργασίας με αποτέλεσμα το χαμηλότερο κόστος μακροπρόθεσμα, την υψηλότερη απόδοση και τα καλύτερα αποτελέσματα.

Σύνολο επέκτασης εικονικής μηχανής: Επιτρέπει στο χρήστη να δημιουργεί και να διαχειρίζεται ένα σύνολο εικονικών μηχανών που χρησιμοποιούν το Azure Load Balancer.

Σχεσιακή Βάση Δεδομένων: Η βάση δεδομένων που αποθηκεύει δεδομένα που σχετίζονται μεταξύ τους. Κάθε γραμμή έχει δεδομένο με την δική του ταυτότητα που λέγεται κλειδί.

Υποδίκτυα: Μικρότερα δίκτυα που ανήκουν σε ένα δίκτυο ώστε η κίνηση του δικτύου να είναι μειωμένη για καλύτερη απόδοση.

Υποδομή λογισμικού: Περιλαμβάνει υπηρεσίες πληροφορικής που μπορούν να διαχειριστούν ως λογισμικό χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση.

Υποδομή Πληροφορικής: Τα συστατικά για την λειτουργία και διαχείριση του περιβάλλοντος πληροφορικής, δηλαδή το υλικό και λογισμικό όπως εγκαταστάσεις, κέντρα δεδομένων, διακομιστές, δίκτυα, υπολογιστές.

Υποδομή υλικού: Ο εξοπλισμός, τα υλικά ή προϊόντα και οι εγκαταστάσεις που χρειάζονται για να λειτουργήσει η υποδομή λογισμικού.

Υπολογιστική δύναμη ή ισχύς: Ο ρυθμός με τον οποίο εκτελούνται οι εργασίες στον ηλεκτρονικό υπολογιστή.

Ζώνες διαθεσιμότητας: Ζώνες στις οποίες χωρίζονται οι περιοχές. Για κάθε περιοχή οι ζώνες διαθεσιμότητας είναι αρκετές, απομονωμένες, διακριτές μεταξύ τους και ανθεκτικές σε αποτυχίες οποιουδήποτε είδους (υλικού, λογισμικού, φυσικές καταστροφές).

ΑΓΓΛΙΚΑ

API: Μηχανισμός που επιτρέπει σε εφαρμογές λογισμικού να επικοινωνούν μεταξύ τους μέσω πρωτοκόλλων. Το API λειτουργεί ως ενδιάμεσος ανάμεσα σε μία εφαρμογή και έναν διακομιστή και επεξεργάζεται δεδομένα που μεταδίδονται μεταξύ συστημάτων. Η επικοινωνία γίνεται με αιτήματα και αποκρίσεις.

Autoscaling: Δυναμική προσαρμογή πόρων σε έναν διακομιστή ώστε η επέκταση των πόρων να γίνεται αυτόματα και να εξυπηρετεί τις ανάγκες κίνησης του δικτύου.

Backend εφαρμογή: Επικοινωνεί με μία frontend εφαρμογή και όχι απευθείας με τον τελικό χρήστη. Δημιουργείτε με λογισμικό που τρέχει σε έναν διακομιστή και είναι προσβάσιμο μέσω Διαδικτύου με ένα API. Εκτελεί λειτουργίες που δεν μπορεί να εκτελέσει μία frontend εφαρμογή όπως ρυθμίσεις ασφαλείας ή αποθήκευση δεδομένων.

Backup data: Η πρακτική της αποθήκευσης δεδομένων σε άλλη τοποθεσία όπως το Cloud σε περίπτωση καταστροφής, ατυχήματος ή επίθεσης κακόβουλου λογισμικού.

Backend database: Η βάση δεδομένων που αποθηκεύει δεδομένα χωρίς να περιλαμβάνει στοιχεία εφαρμογής του τελικού χρήστη όπως ερωτήματα ή αναφορές.

Batch jobs: Job είναι ένα σύνολο εργασίας που ξεκινά από το AWS Batch. Είναι εφαρμογές-container που τρέχουν σε παρουσίες-container του Amazon ECS στο ECS cluster.

Central Processing Unit: Το κύριο μέρος του υπολογιστή που επεξεργάζεται δεδομένα ή εντολές και δίνει απόκριση.

Cluster Διακομιστών: Ένα σύνολο υπολογιστών, συνδεδεμένοι μεταξύ τους που λειτουργούν σαν ένας ενιαίος υπολογιστής.

Code editor: Ένα πρόγραμμα ή ένα μέρος περιβάλλοντος ανάπτυξης για συγγραφή λογισμικού.

Commercial Database: Η βάση δεδομένων που είναι διαθέσιμη μόνο επί πληρωμή. Η πρόσβαση ή οι τροποποιήσεις στα δεδομένα είναι διαθέσιμα μόνο στους χρήστες.

DevOps: Ο συνδυασμός φιλοσοφιών, πρακτικών ή εργαλείων μαζί με λογισμικό και υλικό για τη γρήγορη δημιουργία ανταγωνιστικών εφαρμογών ή λογισμικού.

Domain Name System (DNS): Σύστημα ονομασίας για την αναγνώριση υπολογιστών που είναι προσβάσιμοι μέσω του Διαδικτύου.

Edge Server: Μία συσκευή που παρέχει πρόσβαση σε ένα δίκτυο όπως ο δρομολογητής.

Frontend εφαρμογή: Η εφαρμογή ιστού ή κινητού που αλληλεπιδρά με τον χρήστη μέσω του γραφικού περιβάλλοντος χρήστη (GUI).

Graphical user interface (GUI): Βλέπε Γραφικό περιβάλλον χρήστη.

Internet of Things: Το δίκτυο φυσικών συσκευών, εργαλείων, εξοπλισμού και έξυπνων συσκευών που είναι συνδεδεμένες στο Διαδίκτυο και μεταξύ τους.

Integrated Development Environment: Βλέπε Ενσωματωμένο Περιβάλλον Ανάπτυξης.

Intranet: Τοπικό ή ιδιωτικό δίκτυο που χρησιμοποιείται από έναν οργανισμό.

IPv4: Η τέταρτη έκδοση του πρωτοκόλλου Διαδικτύου.

IPv6: Η έκτη έκδοση του πρωτοκόλλου Διαδικτύου.

IT Infrastructure: Βλέπε Υποδομή της Πληροφορικής.

JSON template: Αρχεία δεδομένων που αποθηκεύουν μία λίστα από μέρη μαζί με τις ρυθμίσεις τους.

Load Balancing: Βλέπε Εξισορρόπηση Φόρτου.

Memory cache ή cache: Η αποθήκευση δεδομένων στην κύρια μνήμη του υπολογιστή για γρηγορότερη ανάκτησή τους.

Memory Object Caching System (Memcached): Λειτουργεί ως προσωρινή μνήμη εφαρμογών μειώνοντας το φορτίο της βάσης δεδομένων ώστε η εφαρμογή να έχει γρηγορότερη απόδοση.

Metadata: Βλέπε Μεταδεδομένα.

Network gateway: Προσφέρει τη σύνδεση μεταξύ δικτύων.

Object Storage: Αρχιτεκτονική αποθήκευσης δεδομένων για αποθήκευση μεγαλύτερων, ανοργάνωτων δεδομένων όπου κάθε δεδομένο παριστάνεται ως αντικείμενο.

Open Source Database: Η βάση δεδομένων που είναι διαθέσιμη δωρεάν ενώ η τροποποίηση του κώδικά της μπορεί να γίνει από όλους τους χρήστες.

Relational Database: Βλέπε Σχεσιακή Βάση Δεδομένων.

Remote Desktop Protocol: Πρωτόκολλο δικτύου που δημιουργήθηκε από την Microsoft με σκοπό τη σύνδεση με έναν άλλο υπολογιστή ή δίκτυο.

REST: Στυλ αρχιτεκτονικής λογισμικού με σκοπό τη δημιουργία εφαρμογών ιστού.

REST API: Το API που συμμορφώνεται με τις αρχές σχεδίασης του REST.

Route table: Ο πίνακας που περιέχει της απαραίτητες πληροφορίες για προώθηση πακέτων διαλέγοντας το καλύτερο μονοπάτι που οδηγεί στον προορισμό.

URI: Μοναδική ακολουθία χαρακτήρων που προσδιορίζει έναν λογικό ή φυσικό πόρο που χρησιμοποιείται από τεχνολογίες ιστού.

URL: Η διεύθυνση Διαδικτύου ή ιστού.

Web browser: Μία πλατφόρμα που προσφέρει στο χρήστη τα εργαλεία που χρειάζεται ώστε να έχει πρόσβαση στις πληροφορίες του Διαδικτύου μέσω ιστοσελίδων.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σκοπός της εργασίας είναι η παρουσίαση των υπηρεσιών που προσφέρουν δύο δημόσιες πλατφόρμες Cloud computing οι Amazon Web Services (Amazon AWS) και Microsoft Azure, των μεγάλων τεχνολογικών εταιριών Amazon και Microsoft καθώς και η σύγκριση μεταξύ τους. Ο στόχος της εργασίας είναι να απαντήσει σε όσο το δυνατόν περισσότερα ερωτήματα που αφορούν όχι μόνο τις δύο πλατφόρμες αλλά και το Cloud computing γενικότερα όπως:

- Τί είναι το cloud computing και ποια είναι τα οφέλη της χρήσης του;
- Ποιοι είναι οι τύποι του Cloud computing;
- Τί είναι η Amazon AWS και ποιες είναι οι υπηρεσίες που προσφέρει;
- Τί είναι η Microsoft Azure και ποιες είναι οι υπηρεσίες που προσφέρει;
- Ποιες είναι οι διαφορές τους;

Η εργασία αυτή προσπαθεί να απαντήσει στα παραπάνω ερωτήματα και να ενημερώσει τον αναγνώστη για αυτή την νέα τεχνολογία με επιστημονικά τεκμηριωμένες αναφορές από το επίσημο documentation των Amazon και Microsoft αλλά και από επιστημονικά περιοδικά όπως:

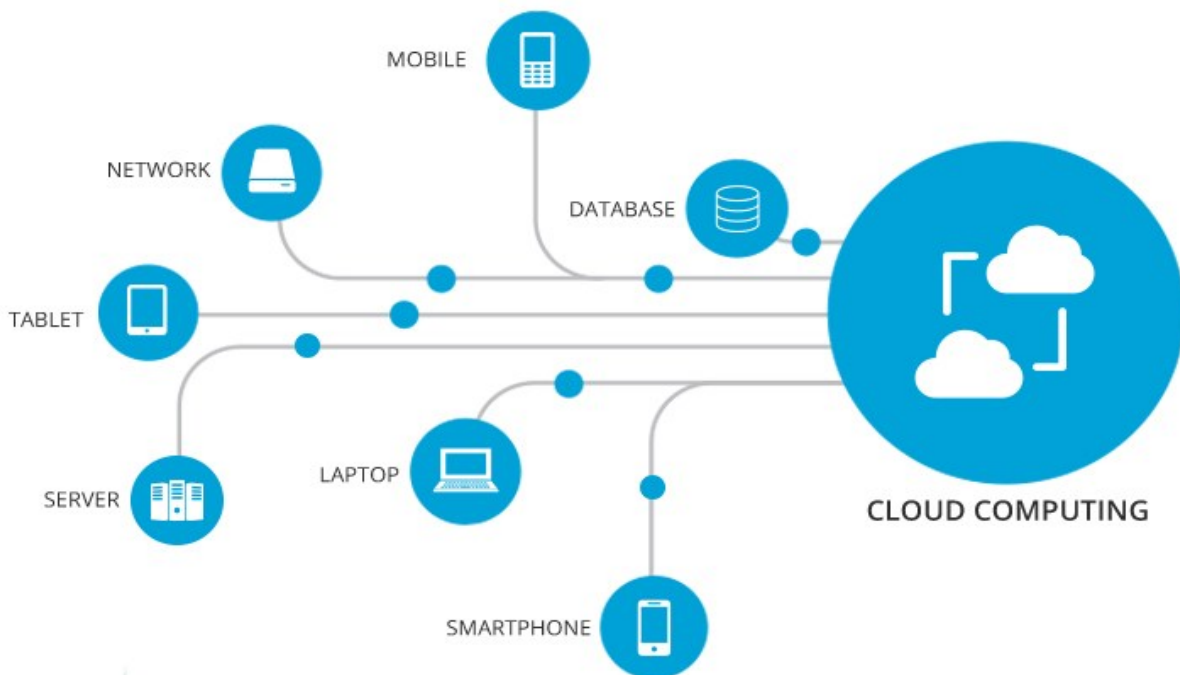
- Introduction to the concepts of Cloud Computing του Eoin Scollard.
- A Comparative Analysis of Public Cloud Platforms and Introduction of Multicloud του Khot, A.R.
- Overview of Amazon Web Services της Amazon
- Amazon Elastic Compute Cloud User Guide for Windows Instances της Amazon
- Microsoft Azure Essentials: Fundamentals of Azure, Second Edition των Michael Collier και Robin Shahan

Το πρώτο κεφάλαιο απευθύνεται σε επιστήμονες της πληροφορικής, προγραμματιστές που θέλουν να μάθουν για το Cloud computing ή σε ένα απλό αναγνώστη που θέλει να γνωρίσει αυτό το κλάδο της πληροφορικής. Γίνεται μία εισαγωγή στο Cloud computing όπου παρουσιάζεται ο ορισμός του και η αρχιτεκτονική του με τα μοντέλα υπηρεσιών και ανάπτυξης καθώς και τα πλεονεκτήματα της χρήσης του. Επίσης, αναφέρει τα τέσσερα κριτήρια που θα πρέπει να ικανοποιούνται από το Cloud computing πριν μία επιχείρηση επιλέξει τη χρήση μίας πλατφόρμας Cloud. Το δεύτερο κεφάλαιο απευθύνεται περισσότερο σε προγραμματιστές ή άτομα με γνώση πάνω στη πληροφορική χωρίς όμως να έχουν κάποια γνώση για τις Amazon AWS και Microsoft Azure. Παρουσιάζονται και αναλύονται πρώτα οι υπηρεσίες της Amazon AWS, μετά ακολουθεί η αναφορά στο Amazon Elastic Compute Cloud και τέλος ακολουθεί η ανάλυση των υπηρεσιών της Microsoft Azure. Τέλος, στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται η σύγκριση αφού πλέον ο αναγνώστης έχει ολοκληρωμένη άποψη τόσο για το Cloud computing όσο και για την Amazon AWS, το Amazon Elastic Compute Cloud και την Microsoft Azure. Στη σύγκριση περιλαμβάνονται πίνακες οι οποίοι παρουσιάζουν συγκεντρωμένα τις διαφορές που αναλύθηκαν. Μετά τη σύγκριση ακολουθεί το πρακτικό μέρος της εργασίας όπου παρουσιάζεται η υλοποίηση εφαρμογών με βάση ορισμένες υπηρεσίες των Amazon AWS και Microsoft Azure.

Κεφάλαιο 1. Επισκόπηση του Cloud computing

1.1 Τι είναι το Cloud computing

Το Cloud computing (υπολογιστικό σύννεφο) είναι ένα διαδικτυακό περιβάλλον που επιτρέπει στο χρήστη να χρησιμοποιεί πόρους και υπηρεσίες από οπουδήποτε στο Διαδίκτυο. Οι υπηρεσίες του παρέχονται από έναν πάροχο ο οποίος ασχολείται με την συντήρηση της υποδομής αντί για τον χρήστη. Η υποδομή του Cloud computing φιλοξενείται σε παγκόσμια κέντρα δεδομένων, ενώ οι πόροι και υπηρεσίες φιλοξενούνται σε διαδικτυακές πλατφόρμες και προσφέρουν υπηρεσίες που ποικίλλουν ανάλογα με τον πάροχο. Όμως, οι βασικές υπηρεσίες που προσφέρουν όλοι είναι υπολογιστική δύναμη και αποθήκευση. Το καλύτερο χαρακτηριστικό του Cloud computing είναι ότι ο χρήστης πληρώνει για τις υπηρεσίες που χρησιμοποιεί και όχι για όλες τις υπηρεσίες που προσφέρει η πλατφόρμα. Στην αγγλική ορολογία αυτό αναφέρεται με τον όρο “pay as you go”. Για παράδειγμα, με το Cloud computing ο χρήστης μπορεί να προσθέσει ή να αφαιρέσει όση υπολογιστική δύναμη και αποθηκευτικό χώρο χρειάζεται ώστε να μπορεί να υποστηρίξει νέες αναβαθμίσεις και υπηρεσίες, με αποτέλεσμα να μειώνεται το κόστος συντήρησης. Ακόμη, οι πάροχοι φροντίζουν για τα αντίγραφα των εργασιών, τις αναβαθμίσεις του λειτουργικού συστήματος και την παροχή των υπηρεσιών όπου και όποτε το χρειάζεται ο χρήστης.



Εικόνα 1.1 Cloud computing

Ένα ακόμη κοινό χαρακτηριστικό όλων των παρόχων είναι τα πλάνα υποστήριξης. Κάθε πάροχος προσφέρει ένα πλάνο υποστήριξης στους χρήστες από το οποίο προκύπτει το κόστος χρήσης των υπηρεσιών της πλατφόρμας του ανά μήνα. Συνήθως, αυτά τα πλάνα χωρίζονται σε βασική υποστήριξη, υποστήριξη για προγραμματιστές και υποστήριξη για επιχειρήσεις. Ο λόγος που δεν υπάρχει ένα κοινό πλάνο για όλους τους χρήστες αναλύεται παρακάτω και αφορά τους τύπους του Cloud computing και συγκεκριμένα τα μοντέλα υπηρεσιών. Ανάλογα με το πλάνο που διαλέγει ο χρήστης προκύπτει και ο χρόνος απόκρισης τεχνικής υποστήριξης. Χάρη στην οργάνωση, την ευελιξία και την ποικιλία υπηρεσιών, το Cloud computing προτιμάτε από πολλούς τύπους επιχειρήσεων ή οργανισμών όπως μεγάλες, μικρές και μεσαίες επιχειρήσεις και κυβερνητικούς ή μη κερδοσκοπικούς οργανισμούς. Όμως, η χρήση του δεν προορίζεται μόνο για οργανωμένες επιχειρήσεις, αφού παρέχει ένα ευέλικτο περιβάλλον που μπορεί να υποστηρίξει πολλούς χρήστες. Έτσι, το χρησιμοποιούν αρκετοί έμπειροι ή αρχάριοι προγραμματιστές, έχοντας την ευκαιρία να δημιουργήσουν ένα δικό τους περιβάλλον όπου θα χρησιμοποιούν και θα αναπτύσσουν τις εφαρμογές που θέλουν χωρίς να τους απασχολεί η υπολογιστική ισχύς, ο αποθηκευτικός χώρος και τα εργαλεία πληροφορικής. Όλα αυτά παρέχονται από τον πάροχο της επιλογής τους πληρώνοντας μηνιαία ή ετήσια συνδρομή αρκεί μόνο να έχουν σύνδεση στο Διαδίκτυο. Σήμερα, μεγάλες εταιρείες πληροφορικής όπως η Google, η Amazon, η IBM, η Microsoft και η Oracle έχουν γίνει προμηθευτές Cloud δίνοντας τη δυνατότητα στους πελάτες τους να διαχειρίζονται τα δεδομένα τους εξ' αποστάσεως. Συχνά, μαζί με το Cloud computing αναφέρεται και ο σύντομος όρος "Cloud". Το Cloud χρησιμοποιείται για να περιγράψει ένα παγκόσμιο δίκτυο απομακρυσμένων μεταξύ τους διακομιστών όπου ο καθένας τους έχει ξεχωριστή λειτουργία. Αυτοί οι διακομιστές είναι σχεδιασμένοι για να αποθηκεύουν ή να διαχειρίζονται δεδομένα, να τρέχουν εφαρμογές και να παραδίδουν περιεχόμενο στους χρήστες όπως βίντεο, emails, λογισμικό ειδικού σκοπού ή ακόμη και τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης. Είναι οργανωμένοι με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε οι χρήστες να έχουν πρόσβαση σε αρχεία και δεδομένα οπουδήποτε στο Διαδίκτυο αντί να τα αποθηκεύουν στους προσωπικούς τους υπολογιστές ή σε εξωτερικούς δίσκους. [1] Υπάρχουν τρεις τύποι Cloud που χρησιμοποιούνται από τις επιχειρήσεις για να αναπτύξουν τους πόρους του Cloud computing. Αυτοί είναι το δημόσιο, ιδιωτικό και υβριδικό Cloud και αποτελούν τα μοντέλα ανάπτυξης Cloud.

1.2 Μοντέλα υπηρεσιών και ανάπτυξης Cloud

Υπάρχουν δύο τύποι Cloud computing, τα μοντέλα υπηρεσιών (service models) και τα μοντέλα ανάπτυξης (deployment models). Τα μοντέλα υπηρεσιών περιλαμβάνουν τις υπηρεσίες που προσφέρουν οι πλατφόρμες Cloud computing και με βάση αυτές προκύπτει το κόστος χρήσης από τα πλάνα υποστήριξης, ενώ τα μοντέλα ανάπτυξης αφορούν το Cloud δηλαδή το παγκόσμιο δίκτυο διακομιστών. Τα μοντέλα ανάπτυξης δείχνουν τον τρόπο με τον οποίο οι πόροι διανέμονται σε ένα δίκτυο είτε αυτό είναι δημόσιο όπως το Διαδίκτυο, είτε ανήκει στις εσωτερικές εγκαταστάσεις μίας επιχείρησης. Οι εσωτερικές εγκαταστάσεις αναφέρονται με τον αγγλικό όρο "on premises".

A. Μοντέλα Υπηρεσιών

Παραδοσιακά, οι πάροχοι Cloud παρέχουν τρία μοντέλα υπηρεσιών, το Λογισμικό ως Υπηρεσία (Software as a Service - SaaS), την Πλατφόρμα ως Υπηρεσία (Platform as a Service - Paas) και την Υποδομή ως Υπηρεσία (Infrastructure as a Service - IaaS). Όμως η αυξημένη χρήση του Cloud computing οδήγησε στην αύξηση των αναγκών των πελατών και έτσι δημιουργήθηκαν νέα μοντέλα τα οποία αναφέρονται και αυτά.

Αρχικά, το μοντέλο SaaS είναι αναμφίβολα το πιο διαδεδομένο μοντέλο υπηρεσιών αφού χρησιμοποιείται κάθε μέρα από δισεκατομμύρια χρήστες ακόμη και αν δεν γνωρίζουν ότι χρησιμοποιούν τις υπηρεσίες του. Το SaaS παρέχει εφαρμογές που γίνονται διαθέσιμες στο τελικό χρήστη από έναν πάροχο Cloud computing μέσω ενός web browser. Ο πάροχος διαχειρίζεται το υλικό και το λογισμικό δηλαδή όλη την υποδομή Cloud computing, η οποία φιλοξενείται στο κέντρο δεδομένων του, ενώ ο χρήστης πληρώνει μόνο για τις εφαρμογές που χρησιμοποιεί (pay as you go). Παραδείγματα SaaS αποτελούν πολύ γνωστές εφαρμογές στις οποίες ο χρήστης έχει πρόσβαση μέσω του Διαδικτύου όπως Outlook, Office365, Yahoo! και άλλες. Το SaaS έχει πολλά πλεονεκτήματα όπως πρόσβαση σε πολλές εφαρμογές, επιλεγμένη χρέωση, πρόσβαση σε έτοιμο λογισμικό, κινητικότητα και προσβασιμότητα. [2]

Το μοντέλο PaaS παρέχει υλικό, λογισμικό και υποδομή ώστε ο χρήστης να αναπτύξει, να διαχειριστεί και να τρέξει τις εφαρμογές του χωρίς κόστος και πολυπλοκότητα. Όπως και το SaaS, φιλοξενεί όλη την υποδομή του στο κέντρο δεδομένων και ο χρήστης πληρώνει τις υπηρεσίες που χρησιμοποιεί. Τα πλεονεκτήματα του PaaS είναι ότι προσφέρει γρήγορη ανάπτυξη εφαρμογών, πρόσβαση σε οικονομικούς πόρους, μεγαλύτερη ελευθερία στη δημιουργία εφαρμογών, επεκτασιμότητα με χαμηλό κόστος και ευελιξία στη δημιουργία εφαρμογών για τους προγραμματιστές. Γενικότερα, το PaaS απευθύνεται περισσότερο σε προγραμματιστές δηλαδή σε χρήστες της πλατφόρμας Cloud computing που θέλουν να φτιάξουν τις δικές τους εφαρμογές με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά χωρίς όμως να απασχολούνται με την υποδομή, για αυτό το λόγο αποτελείται από τρία μέρη. Το πρώτο περιλαμβάνει τις εικονικές μηχανές (virtual machines), το λογισμικό, τον αποθηκευτικό χώρο, τα δίκτυα και την ασφάλεια, το δεύτερο περιλαμβάνει το λογισμικό για την ανάπτυξη και διαχείριση των εφαρμογών και το τρίτο μία γραφική διεπαφή χρήστη (graphic user interface – GUI) με την οποία δουλεύει η ομάδα ανάπτυξης ή DevOps για να διαχειριστεί τις εφαρμογές. Παραδείγματα PaaS είναι τα Google App Engine, Amazon Lightsail, Microsoft Azure App Services. [3]

Το επόμενο μοντέλο αποτελεί το θεμέλιο του Cloud computing και σχετίζεται άμεσα με τα μοντέλα ανάπτυξης. Πρόκειται για το IaaS στο οποίο όλες οι υπηρεσίες του φιλοξενούνται στο δημόσιο, ιδιωτικό ή υβριδικό Cloud. Είναι ένα μοντέλο το οποίο χρησιμοποιείται κατεξοχήν από εταιρείες, επιχειρήσεις και οργανισμούς προκειμένου να έχουν πρόσβαση σε υπηρεσίες πληροφορικής, δικτύου και αποθήκευσης μέσω του Διαδικτύου ανά πάσα στιγμή. Ο κυριότερος λόγος που οι επιχειρήσεις χρησιμοποιούν αυτό το μοντέλο εκτός από το χαμηλό κόστος, είναι η επεκτασιμότητα. Δηλαδή, μπορούν να δημιουργήσουν εφαρμογές με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά και όσο τις αναπτύσσουν να προσθέτουν περισσότερα. Η αρχιτεκτονική του

IaaS περιλαμβάνει τα κέντρα δεδομένων, τις υπηρεσίες πληροφορικής όπως εικονικές μηχανές, τα δίκτυα όπως τα ιδιωτικά εικονικά δίκτυα (virtual private networks -VPC) και τον αποθηκευτικό χώρο που αποτελείται από τα block, file και object storage. Τα πλεονεκτήματα του IaaS είναι η επιλεγμένη χρέωση (pay as you go), η γρήγορη απόδοση των πόρων, η διαθεσιμότητα, η επεκτασιμότητα και η χαμηλή καθυστέρηση δικτύου. Παραδείγματα IaaS είναι τα Amazon EC2, Google's Compute Engine(GCE), Microsoft Azure Virtual Machines και Oracle Bare Metal Servers. [4]

Το μοντέλο Αποθήκευση ως Υπηρεσία (Storage as a Service – STaaS) παρέχει τμήματα αποθήκευσης σε απομακρυσμένες υποδομές. Ο χρήστης πληρώνει τόσο για τη χρήση όσο και για τη συχνότητα πρόσβασης. Ορισμένες συμπληρωματικές υπηρεσίες όπως το autoscaling και η επεξεργασία backup δεδομένων χρεώνονται επιπλέον. Παραδείγματα STaaS είναι τα Amazon S3, Microsoft OneDrive και Google Cloud Storage. [6]

Το μοντέλο Δεδομένα ως Υπηρεσία (Data as a Service – DaaS) επεκτείνει το StaaS όσον αφορά τη βάση δεδομένων ή την αποθήκευση δεδομένων σε μορφή πίνακα. Με το DaaS τα δεδομένα δεν περιορίζονται μόνο στην αποθήκευση και την πρόσβαση, αλλά μπορεί να υποβληθούν σε επεξεργασία, migrations και διάφορες άλλες λειτουργίες. Παραδείγματα DaaS είναι η Amazon DynamoDB, η Azure Database για MySQL και το Oracle Data Cloud. [6]

Το μοντέλο Λειτουργία ως Υπηρεσία (Function as a Service – FaaS) είναι μία μικροϋπηρεσία, η οποία επιτρέπει στο χρήστη να εκτελεί κώδικα που καθοδηγείται από γεγονότα ή τη λογική χωρίς να ασχολείται με την υποδομή. Ο χρήστης πληρώνει όταν αυτός ο κώδικας εκτελεστεί, δηλαδή όταν προκύψει ένα αποτέλεσμα. Όταν τελειώσει η εκτέλεση του κώδικα ο διακομιστής δεν χρησιμοποιείται και σταματάει και η χρέωση. Παραδείγματα FaaS είναι τα Oracle Cloud Fn, Google Cloud Functions, Amazon AWS Lambda και Microsoft Azure Functions. [6]

B. Μοντέλα Ανάπτυξης

Τα μοντέλα ανάπτυξης σχετίζονται περισσότερο με το μοντέλο υπηρεσιών IaaS. Όπως προαναφέρθηκε υπάρχουν τρία κύρια μοντέλα ανάπτυξης, το δημόσιο Cloud (Public Cloud), το ιδιωτικό Cloud (Private Cloud) και το υβριδικό Cloud (Hybrid Cloud) όμως τα τελευταία χρόνια δημιουργήθηκε και το Cloud κοινότητας (Community Cloud).

Το δημόσιο Cloud είναι το πιο διαδεδομένο μοντέλο ανάπτυξης Cloud computing το οποίο χρησιμοποιείται από τους περισσότερους χρήστες. Οι πόροι του όπως διακομιστές και αποθήκευση παρέχονται και διαχειρίζονται από έναν πάροχο Cloud και στη συνέχεια διανέμονται στους χρήστες μέσω του Διαδικτύου. Παραδείγματα δημοσίου Cloud αποτελούν η Microsoft Azure και η Amazon AWS. Τα πλεονεκτήματά του είναι το χαμηλό κόστος, η μηδενική συντήρηση, η επεκτασιμότητα, η ευελιξία και η αξιοπιστία.

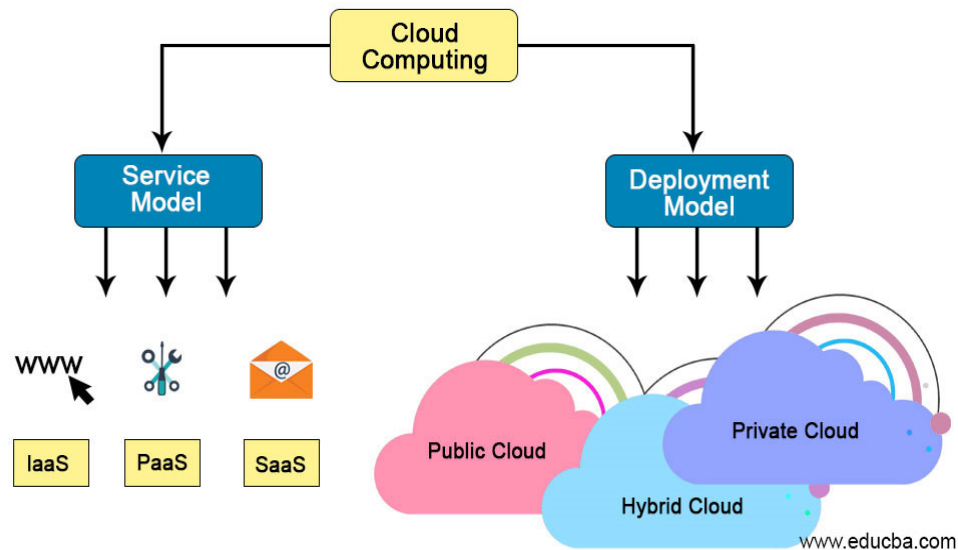
Ενώ το δημόσιο Cloud αφορά τους τελικούς χρήστες, το ιδιωτικό αφορά τις εταιρείες, επιχειρήσεις ή οργανισμούς. Αυτό γιατί προσφέρει την απαραίτητη ιδιωτικότητα στα δεδομένα

και τις εφαρμογές που χρησιμοποιούν δηλαδή υψηλότερη ασφάλεια, αξιοπιστία και απόδοση. Το ιδιωτικό Cloud τοποθετείται στο κέντρο δεδομένων της επιχείρησης ή μπορεί να φιλοξενηθεί από έναν πάροχο Cloud computing ο οποίος θα είναι υπεύθυνος για τη διαχείριση και συντήρησή της υποδομής του. Όμως, οι υπηρεσίες και η υποδομή πάντα συντηρούνται από ένα ιδιωτικό δίκτυο ενώ το υλικό και λογισμικό που χρησιμοποιείται αναπτύσσεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις της επιχείρησης. Αυτό σημαίνει ότι η επιχείρηση έχει τον απόλυτο έλεγχο στις εφαρμογές της χωρίς να εξαρτάται από τα παγκόσμια κέντρα δεδομένων. Τα πλεονεκτήματα του ιδιωτικού Cloud είναι μεγαλύτερη ευελιξία, απόδοση, επεκτασιμότητα και μεγαλύτερος έλεγχος. Υπάρχουν δύο τύποι ιδιωτικών Cloud, το εσωτερικό Cloud (Internal Cloud) και το ιδιωτικό Cloud εκτός εσωτερικών εγκαταστάσεων (Off Premises Private Cloud): [5]

- *Εσωτερικό Cloud (Internal Cloud):* Το Εσωτερικό Cloud κατασκευάζεται χρησιμοποιώντας ένα κέντρο δεδομένων το οποίο βρίσκεται στις εσωτερικές εγκαταστάσεις της επιχείρησης ή του οργανισμού. Παρέχει πρόσβαση σε περιεχόμενο και υπηρεσίες δεδομένων χρησιμοποιώντας σύνδεση τοπικού δικτύου ή intranet και προστατεύεται με τείχος προστασίας.
- *Ιδιωτικό Cloud Εκτός Εσωτερικών Εγκαταστάσεων (Off Premises Private Cloud):* Χρησιμοποιείται σε παρόμοιες περιπτώσεις με το εσωτερικό αλλά με τη διαφορά ότι αναθέτει την διαχείριση δεδομένων σε έναν άλλο πάροχο Cloud. Έτσι, ο οργανισμός έχει αποκλειστικά δικαιώματα σε υπηρεσίες όπως το υλικό και τα τρία μοντέλα υπηρεσιών, ωστόσο αυτά διατηρούνται από το Cloud.

Μία πλατφόρμα υβριδικού Cloud συνδυάζει χαρακτηριστικά του δημοσίου και του ιδιωτικού ώστε η χρήση της να έχει περισσότερα πλεονεκτήματα. Ουσιαστικά, πρόκειται για επέκταση του δημοσίου Cloud για να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις της επιχείρησης, στις περιπτώσεις που το ιδιωτικό δεν μπορεί. Χάρη σε αυτό οι επιχειρήσεις μπορούν να συνδυάζουν την ευελιξία και καινοτομία του δημοσίου Cloud με την ασφάλεια του ιδιωτικού φυλάσσοντας τα ευαίσθητα δεδομένα τους σε ιδιωτικά κέντρα δεδομένων. Τα πλεονεκτήματα του υβριδικού Cloud είναι έλεγχος, ευελιξία, εύκολη χρήση και αποτελεσματικότητα.

Τέλος, το Cloud κοινότητας είναι ένα ημι-ιδιωτικό μοντέλο ανάπτυξης Cloud το οποίο βρίσκεται ακόμα σε πρώιμο στάδιο ανάπτυξης. Χρησιμοποιείται από κοινούς οργανισμούς για την αποτελεσματική κοινή χρήση δεδομένων. [6]



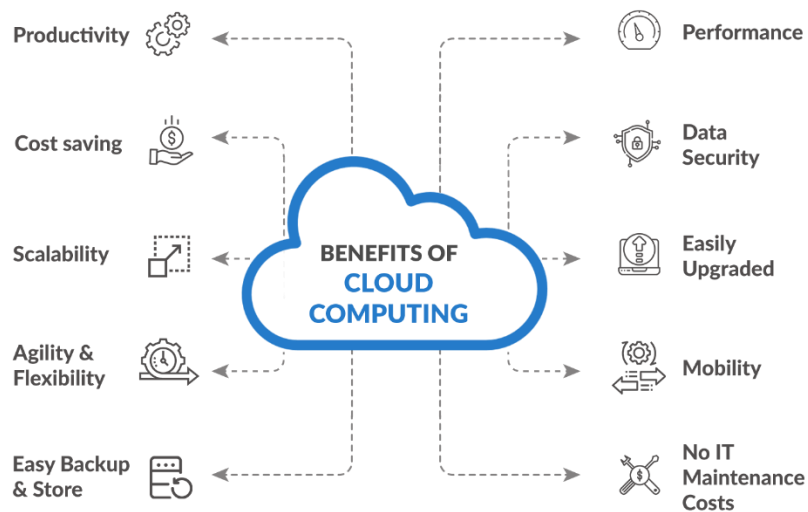
Εικόνα 1.2 Τύποι Cloud computing

1.3 Πλεονεκτήματα της χρήσης του Cloud computing

Τα περισσότερα πλεονεκτήματα του Cloud computing έχουν ήδη αναφερθεί παραπάνω και είναι κοινά και για τους δύο τύπους του. Τα κύρια πλεονεκτήματά του είναι το κόστος, η επεκτασιμότητα και η ασφάλεια.

- **Κόστος.** Με το Cloud computing οι χρήστες πληρώνουν μόνο για τις υπηρεσίες που χρησιμοποιούν (pay as you go). Αυτό σημαίνει ότι μειώνεται το κόστος συντήρησης αφού ο χρήστης δεν χρειάζεται να αγοράσει υποδομή Cloud.
- **Επεκτασιμότητα.** Με τον όρο επεκτασιμότητα (αγγλικά: scalability) εννοούμε την άμεση αναβάθμιση των εφαρμογών ώστε να εξυπηρετούν τις ανάγκες του χρήστη. Για παράδειγμα, όταν μία επιχείρηση δημιουργεί μία εφαρμογή αρχικά προσθέτει βασικά χαρακτηριστικά και όσο η ζήτηση για αυτή την εφαρμογή αυξάνεται τόσο περισσότερο την αναβαθμίζει, δηλαδή επεκτείνει τα χαρακτηριστικά της για να ανταποκρίνεται στις ανάγκες της.
- **Ασφάλεια.** Οι πλατφόρμες Cloud computing παρέχουν υψηλή ασφάλεια χρησιμοποιώντας τοίχοι προστασίας, κρυπτογράφηση δεδομένων, έλεγχο πρόσβασης, διαχείριση κλειδιών και πληροφορίες ασφαλείας.
- **Κινητικότητα.** Ο χρήστης μπορεί να έχει πρόσβαση στις υπηρεσίες Cloud ανά πάσα στιγμή, μέσω διαφορετικών συσκευών όπως κινητά τηλέφωνα ή φορητοί υπολογιστές.
- **Προσαρμοστικότητα.** Το περιβάλλον του Cloud είναι ευέλικτο και έτσι η υποδομή και οι εφαρμογές του μπορούν να προσαρμοστούν με βάση τις προτιμήσεις των χρηστών.

- **Εικονική διαμόρφωση.** Ο χρήστης μπορεί να έχει πρόσβαση σε οποιαδήποτε υπηρεσία μέσω οποιασδήποτε συσκευής και να δημιουργήσει εύκολα και γρήγορα τις εφαρμογές του, επειδή οι υπηρεσίες προέρχονται από το Cloud και όχι από κάποια ορατή οντότητα. Αυτό σημαίνει ότι είναι πάντα διαθέσιμες αφού φιλοξενούνται και διαχειρίζονται από μία διαδικτυακή πλατφόρμα. Έτσι, μπορεί να ολοκληρώσει εργασίες που δεν θα μπορούσαν να ολοκληρωθούν με έναν απλό υπολογιστή και να τις μοιραστεί με ασφάλεια με άλλους χρήστες. [7]



Εικόνα 1.4 Πλεονεκτήματα του Cloud Computing

1.4 Υποστήριξη υπηρεσιών Cloud από τις επιχειρήσεις

Η χρήση του Cloud computing έχει πολλά πλεονεκτήματα όσον αφορά το κόστος αφού προκύπτει ανάλογα με την χρήση των υπηρεσιών, την ευελιξία καθώς προσαρμόζεται στις ανάγκες υλικού και λογισμικού του χρήστη και την ασφάλεια. Παρ' όλα αυτά μπορεί να μην προσφέρει το ιδανικό περιβάλλον εργασίας για όλες τις επιχειρήσεις. Για αυτό το λόγο, υπάρχουν ορισμένα κριτήρια που δείχνουν σε μία επιχείρηση αν μπορεί να υποστηρίξει τη χρήση του Cloud computing και αν θα ωφεληθεί από τη χρήση του. Αυτά είναι: [8]

- **Ευαισθησία Δεδομένων.** Είναι ένα από τα σημαντικότερα κριτήρια για μία επιχείρηση είτε χρησιμοποιεί το Cloud είτε όχι. Τα δεδομένα ταξινομούνται σε τέσσερις κατηγορίες: τα Ευαίσθητα όπως τα δεδομένα υπηρεσιών ασφαλείας, τα Πολύ Ευαίσθητα όπως τα

τραπεζικά ή τα οικονομικά, τα Ευαίσθητα όπως η νοσοκομειακή βάση δεδομένων και τα Μη Ευαίσθητα όπως αυτά που προκύπτουν από βίντεο, εικόνες, παιχνίδια, ειδήσεις ή άρθρα. Η προστασία και απόκρυψη των δεδομένων από οποιοδήποτε είδος επιθέσεων είναι θέμα μείζονος σημασίας που θα πρέπει να απασχολεί μία επιχείρηση ώστε να λάβει κατάλληλα μέτρα προστασίας.

- **Τύπος εφαρμογών.** Δεν μπορούν όλες οι εφαρμογές να λειτουργήσουν αποδοτικά στο περιβάλλον του Cloud computing εξαιτίας των απαιτήσεων ή προδιαγραφών τους. Ορισμένες εφαρμογές όπως η Διαχείριση πελατειακών σχέσεων (Customer Relationship management-CRM) και η Διαχείριση Εφοδιαστικής Αλυσίδας (Supply Chain management-SCM) δεν μπορούν να υποστηρίξουν το περιβάλλον Cloud επειδή έχουν αυξημένες απαιτήσεις σε πόρους, πλατφόρμες και ασφάλεια.
- **Αξιοποίηση πόρων.** Όταν οι πόροι του διακομιστή δεν αξιοποιούνται κατάλληλα τότε οδηγούμαστε σε σπατάλη, έτσι θα ήταν προτιμότερη η χρήση του Cloud αφού οι πόροι του διακομιστή διαχειρίζονται αυτόματα. Αντίθετα, εάν μία εταιρεία διαχειρίζεται επιτυχώς τους πόρους της δεν χρειάζεται η μετεγκατάσταση στο περιβάλλον Cloud.
- **Υποδομή πληροφορικής.** Όπως αναφέρεται και παρακάτω το περιβάλλον του Cloud computing είναι επεκτάσιμο, δηλαδή οι αναβαθμίσεις στις υπηρεσίες αυξάνονται σύμφωνα με τη ζήτηση των πελατών. Αυτό αφορά και την χρέωση. Όσο πιο επαγγελματικό γίνεται το περιβάλλον τόσο μεγαλύτερη είναι η χρέωση ανά ώρα χρήσης. Μακροπρόθεσμα η χρήση του Cloud computing είναι περισσότερο κερδοφόρα επειδή είναι η πιο φθηνή και επωφελής λύση. Όμως, οι επιχειρήσεις πρέπει να λάβουν υπόψη πολλούς παράγοντες για να μπορέσουν να προσδιορίσουν το κόστος των πόρων μίας πλατφόρμας Cloud, όπως το μέγεθος του κέντρου δεδομένων, τα ετήσια έσοδα, τον αριθμό των εργαζομένων που απασχολεί και τον αριθμό των χωρών στις οποίες λειτουργεί. Εάν η χρήση μίας πλατφόρμας Cloud computing είναι ακριβότερη σε σχέση με το λειτουργικό κόστος μίας επιχείρησης τότε προφανώς δεν είναι η κατάλληλη λύση.

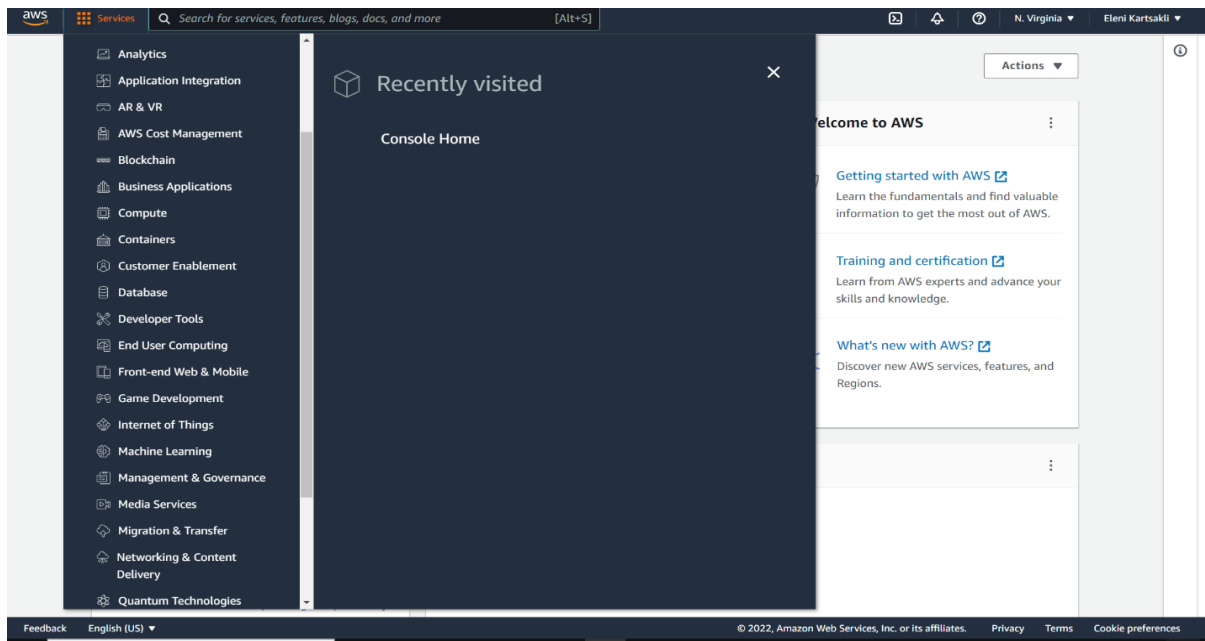
Κεφάλαιο 2. Έρευνα

Παρακάτω ακολουθεί το μεγαλύτερο και σημαντικότερο κεφάλαιο της εργασίας που αναφέρεται στις πλατφόρμες Cloud των Amazon και Microsoft, δύο μεγάλων, παγκόσμιων τεχνολογικών εταιρειών. Αυτές οι δύο εταιρείες θεωρούνται «γίγαντες» του Cloud computing χάρη στη δημοφιλία τους που προκύπτει από τις εξελιγμένες υπηρεσίες που προσφέρουν, οι οποίες ικανοποιούν όλες τις απαιτήσεις των πελατών τους. Για αυτό το λόγο, μερικές από τις μεγαλύτερες εταιρείες στο κόσμο, τεχνολογικές και μη, είναι πελάτες και χρησιμοποιούν τις υπηρεσίες τους όπως Samsung, Disney, The Washington Post, NBA, Bosch, PepsiCo. Τα μοντέλα υπηρεσιών που προσφέρουν αυτές οι δύο εταιρείες είναι κυρίως τα PaaS και IaaS. Ακολουθεί η επισκόπηση του Amazon AWS, η αναφορά στο Amazon Elastic Compute Cloud και τέλος η αναφορά στη Microsoft Azure.

2.1 Επισκόπηση του Amazon AWS

Το 2006 η τεχνολογική εταιρεία Amazon ξεκίνησε την δική της πλατφόρμα Cloud computing, την Amazon Web Services ή αλλιώς AWS και από τότε θεωρείται από τις πρωτοπόρες εταιρείες στο Cloud computing. Η AWS είναι μία ολοκληρωμένη πλατφόρμα Cloud η οποία προσφέρει υπηρεσίες ιστού που επεκτείνονται στην υποδομή πληροφορικής (IT Infrastructure), όπως δρομολογητές, αποθηκευτικό χώρο, βάσεις δεδομένων, εξισορρόπηση φόρτου, διανομή περιεχομένου και κατανεμημένο υπολογισμό. Χάρη στο χαμηλό κόστος, την ελαστικότητα και την αξιοπιστία της θεωρείται ιδανική επιλογή για όλους τους τύπους επιχειρήσεων. [10] Οι πόροι της AWS φιλοξενούνται σε πολλές παγκόσμιες τοποθεσίες, οι οποίες αποτελούνται από τις περιοχές AWS, τις ζώνες διαθεσιμότητας και τις τοπικές ζώνες. Στις τοπικές ζώνες αποθηκεύονται πόροι, όπως υπολογιστική ισχύς και αποθήκευση, οι οποίοι βρίσκονται κοντά στους πελάτες. [9] Η αρχιτεκτονική της AWS αποτελείται από τέσσερα συστατικά: το Amazon Elastic Compute Cloud (EC2), το Amazon Simple Storage Service (S3), το Amazon SimpleDB και το Amazon Simple Queue Service (SQS). Τα Amazon Simple Storage Service (S3) και Amazon SimpleDB αφορούν την αποθήκευση δεδομένων ενώ το Simple Queue Service (SQS) είναι ένα κανάλι ανταλλαγής μηνυμάτων των συστατικών Cloud.

Για να μπορέσει ο χρήστης να χρησιμοποιήσει τις υπηρεσίες που προσφέρει η Amazon AWS πρέπει να δημιουργήσει έναν λογαριασμό στο Amazon AWS Portal ή να κατεβάσει το Amazon AWS CLI για Windows, Linux και macOS. Υπάρχει και μία τέταρτη έκδοση το Amazon Linux, το οποίο δεν το κατεβάζει ο χρήστης αλλά υπάρχει ήδη εγκατεστημένο στο Amazon Linux AMI. Το Amazon AWS CLI προσφέρει στο χρήστη τη δυνατότητα να διαχειρίζεται πολλές υπηρεσίες από την γραμμή εντολών και να τις αυτοματοποιεί μέσω script. Πολλοί προγραμματιστές χρησιμοποιούν και τα δύο μαζί για να αναπτύξουν τις εφαρμογές τους γρηγορότερα, αποδοτικότερα και πιο ευέλικτα. Όπως προαναφέρθηκε, η Amazon και η Microsoft είναι οι κυρίαρχες εταιρείες στο Cloud computing που προτιμώνται από πολλές πολυεθνικές εταιρείες και επιχειρήσεις. Επειδή και οι δύο είναι πρωτοπόροι στις υπηρεσίες που προσφέρουν και χρησιμοποιούνται από πολλούς προγραμματιστές, η AWS δίνει τη δυνατότητα στους χρήστες του .NET της Microsoft να μπορούν να μοιραστούν τις εφαρμογές τους με το Cloud της Amazon. Δηλαδή, ένας προγραμματιστής που χρησιμοποιεί την πλατφόρμα Amazon AWS αλλά του αρέσει να δημιουργεί εφαρμογές .NET, μπορεί να κατεβάσει το AWS Toolkit Visual Studio για Windows και να χρησιμοποιήσει το Amazon AWS για να δημιουργήσει, να αναπτύξει και να ανεβάσει εκεί την .NET εφαρμογή του. Αλλιώς μπορεί να δημιουργήσει την εφαρμογή του στο Visual Studio και να την ανεβάσει στο Cloud της Amazon.



Εικόνα 2.1.α Amazon AWS Portal

Εάν πάλι ο χρήστης προτιμά ένα περιβάλλον ανάπτυξης εφαρμογών που να ανήκει αποκλειστικά στην Amazon AWS μπορεί να χρησιμοποιήσει το AWS Cloud9, το οποίο είναι ένα ενσωματωμένο περιβάλλον ανάπτυξης με βάση το Cloud (cloud-based Integrated Development Environment – IDE). Με αυτό ο χρήστης μπορεί να γράψει, να αποσφαλματώσει και να τρέξει τον κώδικά του χρησιμοποιώντας μόνο έναν browser. Το πακέτο εγκατάστασης περιλαμβάνει πολλές γλώσσες προγραμματισμού όπως JavaScript, Python, PHP, έναν code editor, debugger και terminal χωρίς να χρειάζεται ο χρήστης να κατεβάσει αρχεία ή να κάνει άλλες ρυθμίσεις για να δημιουργήσει την εφαρμογή του. Επειδή είναι ένα περιβάλλον ανάπτυξης με βάση το Cloud, ο χρήστης μπορεί να δημιουργήσει οπουδήποτε την εφαρμογή του αρκεί να έχει σύνδεση στο Διαδίκτυο. Ακόμη, μπορεί να αναπτύξει serverless εφαρμογές και να τις μοιραστεί με άλλους χρήστες σε πραγματικό χρόνο. Για παράδειγμα, μπορούν πολλοί προγραμματιστές να γράψουν ένα πρόγραμμα και ο ένας να βλέπει τον κώδικα του άλλου. [38] Η Amazon προσφέρει έναν ακόμη τρόπο για να μπορεί ο χρήστης να παρακολουθεί τις εφαρμογές του, το AWS Console Mobile Application για Android και Apple. Απλά κατεβάζει την εφαρμογή, συνδέεται στο λογαριασμό του και μπορεί με το κινητό του να έχει πρόσβαση και να ελέγχει ορισμένες εφαρμογές του Cloud, ανά πάσα στιγμή, χωρίς υπολογιστή.

Για την οργάνωση και διαχείριση τόσο του λογαριασμού όσο και των εφαρμογών του χρήστη, η Amazon δημιούργησε το AWS Organizations το οποίο τον βοηθά να διαχειρίζεται το περιβάλλον ανάπτυξης και παράλληλα να κλιμακώνει τους πόρους του. Με το AWS Organizations ο χρήστης μπορεί να δημιουργήσει νέους λογαριασμούς AWS και να καταναίμει σε αυτούς πόρους, group ή να οργανώσει τις εργασίες του, χρησιμοποιώντας μόνο μία μέθοδο πληρωμής για όλους τους λογαριασμούς. [11] Επίσης ομάδες οργάνωσης πόρων γνώστες ως resource groups.

Η Amazon AWS είναι μία ευέλικτη και αξιόπιστη πλατφόρμα που ανταποκρίνεται σε όλες τις ανάγκες των χρηστών προσφέροντας αρκετές υπηρεσίες Cloud όπως υπηρεσίες πληροφορικής (compute services), βάσεις δεδομένων (databases), ασφάλεια (security), υπηρεσίες δικτύου (network services), εργαλεία για προγραμματιστές, Internet of Things (IoT) και άλλες. Παρακάτω αναλύονται οι τέσσερις πρώτες υπηρεσίες οι οποίες είναι οι πιο βασικές και αναφέρονται στην σύγκριση με την Microsoft Azure. [10]



Εικόνα 2.1.β Λογότυπο Amazon AWS

A. Υπηρεσίες Πληροφορικής

Amazon Lightsail. Έχει σχεδιαστεί για να είναι ο ευκολότερος τρόπος με τον οποίο ο χρήστης μπορεί να ξεκινήσει και να διαχειριστεί έναν ιδιωτικό, εικονικό διακομιστή. Ένα πλάνο Lightsail περιλαμβάνει μία εικονική μηχανή, αποθηκευτικό χώρο SSD, μεταφορά δεδομένων, διαχείριση DNS και μία στατική διεύθυνση IP.

AWS Batch. Παρέχει δυναμικά την μέγιστη ποσότητα και τους μέγιστους τύπους υπολογιστικών πόρων με βάση τον όγκο και τις απαιτήσεις των πόρων των batch jobs, έτσι ώστε ο χρήστης να μπορεί να τρέξει πολλά batch jobs στο AWS, χωρίς να χρειάζεται να εγκαταστήσει ή να διαχειριστεί λογισμικό για batch ή clusters διακομιστών.

AWS Elastic Beanstalk. Είναι μία εύκολη υπηρεσία για ανάπτυξη και κλιμάκωση εφαρμογών και υπηρεσιών ιστού που αναπτύσσονται με Java, .NET, PHP, Node.js, Python, Ruby, Go και Docker που τρέχει πάνω σε διακομιστές όπως Apache, Nginx, Passenger και Internet Information Services (IIS). Ο χρήστης ανεβάζει τον κώδικά του και το AWS Elastic Beanstalk διαχειρίζεται την εφαρμογή. Δηλαδή χρησιμοποιείται για τη δημιουργία προσωρινών ή μακροπρόθεσμων περιβαλλόντων εφαρμογής.

AWS Fargate. Είναι μία μηχανή υπολογισμού για το Amazon ECS που επιτρέπει στο χρήστη να τρέχει containers χωρίς να διαχειρίζεται διακομιστές ή clusters. Ο χρήστης επικεντρώνεται μόνο

στο σχεδιασμό και την ανάπτυξη εφαρμογών χωρίς να τον απασχολεί η υποδομή που τις υποστηρίζει. Έχει δύο καταστάσεις λειτουργίας το Fargate Launch Type στο οποίο ο χρήστης βάζει την εφαρμογή του σε containers, προσδιορίζει τις απαιτήσεις CPU και μνήμης, προσδιορίζει τις πολιτικές δικτύου και IAM και ξεκινά την εφαρμογή. Ο δεύτερος είναι το EC2 launch που επιτρέπει στο χρήστη να έχει έλεγχο σε επίπεδο διακομιστή στην υποδομή που τρέχει τις εφαρμογές container.

AWS Lambda. Επιτρέπει στο χρήστη να τρέχει τον κώδικά του χωρίς να διαχειρίζεται τους διακομιστές.

Amazon Elastic Container Service (Amazon ECS). Είναι μία υψηλά κλιμακούμενη, υψηλής επίδοσης υπηρεσία container που υποστηρίζει τα Docker containers και επιτρέπει στο χρήστη να τρέξει και να κλιμακώσει εύκολα τις εφαρμογές του.

Amazon Elastic Kubernetes Service (Amazon EKS). Παρέχει ευκολία στην ανάπτυξη, διαχείριση και κλιμάκωση εφαρμογών με containers.

B. Βάσεις Δεδομένων

Amazon Aurora. Είναι μία μηχανή σχεσιακής βάσης δεδομένων, συμβατή με τις MySQL και PostgreSQL βάσεις δεδομένων, η οποία συνδυάζει την ταχύτητα και διαθεσιμότητα των high-end commercial βάσεων δεδομένων με την απλότητα, την αποτελεσματικότητα και το χαμηλό κόστος των open-source βάσεων δεδομένων.

Amazon DynamoDB. Είναι μία key-value, document βάση δεδομένων, πλήρως διαχειριζόμενη που μπορεί να υποστηρίξει πολλές περιοχές λειτουργίας, με ενσωματωμένη ασφάλεια, backup χώρο αποθήκευσης, επαναφορά και caching μνήμης για εφαρμογές διαδικτύου. Χρησιμοποιείται από πολλές επιχειρήσεις όπως η Samsung, Toyota, Airbnb για ανάπτυξη εφαρμογών κινητού, ιστού, παιχνιδιών, IoT και άλλα.

Amazon ElastiCache. Πρόκειται για μία υπηρεσία ιστού για εύκολη ανάπτυξη, λειτουργία και κλιμάκωση cache μνήμης στο Cloud. Βελτιώνει την απόδοση των εφαρμογών ιστού, επιτρέποντας στο χρήστη να ανακαλέσει πληροφορίες από γρήγορα και διαχειριζόμενα cache μνήμης αντί να βασίζεται στους αργούς δίσκους βάσης δεδομένων. Έχει δύο open-source μηχανές cache μνήμης, το Redis που είναι ένα γρήγορο, open-source, key value data store το οποίο χρησιμοποιείται ως βάση δεδομένων, cache, message broker και ουρά και το Memcached που είναι ένα memory object caching system.

Amazon MemoryDB για Redis. Είναι μία ανθεκτική βάση δεδομένων μνήμης, συμβατή με το Redis του ElastiCache, η οποία έχει πολύ γρήγορη απόδοση. Χρησιμοποιείται σε μοντέρνες εφαρμογές με αρχιτεκτονικές μικροϋπηρεσιών.

Amazon Relation Database Service (Amazon RDS). Παρέχει ευκολία στην οργάνωση, λειτουργία και κλιμάκωση μίας σχεσιακής βάσης δεδομένων στο Cloud ώστε ο χρήστης να

δημιουργήσει εφαρμογές με υψηλή επίδοση και διαθεσιμότητα, ασφάλεια και συμβατότητα. Μπορεί να λειτουργήσει με πολλές βάσεις δεδομένων όπως Amazon Aurora, PostgreSQL, MySQL, MariaDB, Oracle Database, SQL Server και το AWS Database Migration Service για μετανάστευση υπαρχόντων βάσεων δεδομένων στο Amazon RDS.

AWS Database Migration Service. Χρησιμοποιείται για μετανάστευση βάσεων δεδομένων γρήγορα και με ασφάλεια.

Amazon DocumentDB (συμβατό με MongoDB). Είναι μία γρήγορη, κλιμακούμενη, υψηλά διαθέσιμη και πλήρως διαχειρίσιμη document βάση δεδομένων που υποστηρίζει το MongoDB.

Γ. Ασφάλεια

Amazon Cloud Directory. Επιτρέπει στο χρήστη να δημιουργήσει ευέλικτους καταλόγους Cloud, για την οργάνωση ιεραρχιών δεδομένων. Για παράδειγμα, μπορεί να δημιουργήσει ένα οργανωτικό διάγραμμα που να αναφέρει ιεραρχίες όπως τη δομή, τη τοποθεσία και το κόστος.

Amazon GuardDuty. Πρόκειται για μία υπηρεσία που ανιχνεύει απειλές ή επιθέσεις σε λογαριασμό AWS ή σε εργασίες. Είναι αποδοτικό, οικονομικό και εύκολο στη χρήση χωρίς να απαιτεί ανάπτυξη ή διατήρηση λογισμικού ή υποδομής.

AWS CloudHSM. Είναι μία λειτουργική μονάδα (module) ασφαλείας υλικού με βάση το Cloud, η οποία επιτρέπει στο χρήστη να δημιουργήσει τα δικά του κρυπτογραφικά κλειδιά στο AWS Cloud. Επίσης είναι μία πλήρως διαχειριζόμενη υπηρεσία που επιτρέπει την γρήγορη κλιμάκωση χωρίς έξοδα προκαταβολής.

AWS Identity and Access Manager (Διαχειριστής Ταυτότητας και Πρόσβασης AWS - IAM). Επιτρέπει στο διαχειριστή να ελέγχει με ασφάλεια την πρόσβαση των χρηστών στις υπηρεσίες και τους πόρους του AWS, χρησιμοποιώντας το IAM με τους εξής τρόπους: Για διαχείριση των χρηστών IAM και της πρόσβασής τους, για την διαχείριση των IAM ρόλων και των αδειών τους, για τους εξωτερικούς χρήστες και τις άδειές τους.

AWS Secrets Manager. Βοηθά τον χρήστη να προστατέψει μυστικά που δίνουν πρόσβαση στις εφαρμογές, τις υπηρεσίες και τους πόρους του ή να διαχειριστεί και να ανακτήσει διαπιστευτήρια για την βάση δεδομένων και κλειδιά API και να παραχωρεί πρόσβαση στα μυστικά με ειδικές άδειες. Είναι παρόμοιο με το AWS Key Management Service.

AWS Shield. Είναι μία Distributed Denial of Service (DDoS) υπηρεσία ασφαλείας των εφαρμογών ιστού του AWS. Προσφέρει δύο επίπεδα ασφαλείας, το Standard που παρέχετε αυτόματα και δωρεάν και για μέγιστη ασφάλεια μπορεί να συνδυαστεί με το Amazon CloudFront καθώς και Amazon Route 53 και το Advanced που χρησιμοποιείται για εφαρμογές του Amazon EC2, ELB, Amazon CloudFront και Amazon Route 53. Το AWS Shield Advanced προσφέρει αυξημένη ασφάλεια, μπορεί να συνδυαστεί επίσης με το Amazon WAF αλλά είναι διαθέσιμο μόνο σε περιοχές που είναι διαθέσιμα τα Amazon CloudFront και Amazon Route 53.

AWS Web Application Firewall (WAF). Είναι ένα τοίχος προστασίας που προστατεύει τις εφαρμογές ιστού από κινδύνους που θα μπορούσαν να επηρεάσουν την διαθεσιμότητα, ασφάλεια ή να καταναλώσουν επιπλέον πόρους. Ο χρήστης μπορεί να διαλέξει ποια κίνηση να επιτρέψει ή να μπλοκάρει στην εφαρμογή του καθορίζοντας δικούς του κανόνες ασφαλείας.

Δ. Υπηρεσίες Δικτύου

Amazon CloudFront. Είναι μία γρήγορη υπηρεσία δικτύου παράδοσης περιεχομένου (content delivery network-CDN), η οποία παραδίδει δεδομένα, βίντεο, εφαρμογές και APIs με ασφάλεια, χαμηλή καθυστέρηση και υψηλές ταχύτητες παράδοσης. Μπορεί να συνδυαστεί με τα AWS Shield για DDoS, Amazon S3, Elastic Load Balancer, Amazon EC2, για τις εφαρμογές και το Lambda@Edge ώστε ο χρήστης να τρέξει κώδικα κοντά στους πελάτες και να προσαρμόσει ανάλογα την εμπειρία τους.

Amazon Route 53. Είναι μία υψηλά διαθέσιμη και κλιμακούμενη υπηρεσία ιστού τύπου Domain Name System (DNS). Σχεδιάστηκε ώστε να παρέχει στους προγραμματιστές και τις επιχειρήσεις ένα αρκετά αξιόπιστο, αποδοτικό και οικονομικό τρόπο με τον οποίο οι χρήστες μπορούν να μεταφράσουν διευθύνσεις δικτύου σε διευθύνσεις IP, ώστε οι υπολογιστές να συνδέονται μεταξύ τους. Για παράδειγμα, το `www.example.com` μεταφράζεται σε `192.0.2.1`. Επίσης είναι συμβατό με IPv6 και μπορεί να χρησιμοποιηθεί και εκτός του AWS.

Amazon Virtual Private Cloud (VPC). Παρέχει στους χρήστες τη δυνατότητα να ξεκινήσουν πόρους AWS σε ένα εικονικό δίκτυο που καθορίζουν οι ίδιοι, δίνοντάς τους πλήρη έλεγχο στο περιβάλλον εικονικού δικτύου. Οι χρήστες μπορούν να διαλέξουν την δική τους περιοχή διευθύνσεων IP, τα υποδίκτυα, τα route tables και network gateways και να χρησιμοποιήσουν δύο τύπους διευθύνσεων IP τις IPv4 και IPv6 για μεγαλύτερη ασφάλεια και εύκολη πρόσβαση σε πόρους και εφαρμογές.

AWS Direct Connect. Διευκολύνει την εγκαθίδρυση σύνδεσης δικτύου από τις εγκαταστάσεις μίας επιχείρησης στο AWS. Έτσι, δημιουργείτε μία ιδιωτική σύνδεση με το AWS και το κέντρο δεδομένων της επιχείρησης ή του γραφείου με αποτέλεσμα να μειώνεται το κόστος δικτύου, να αυξάνεται το εύρος ζώνης και η σύνδεση να γίνεται συνεπής.

AWS PrivateLink. Απλοποιεί τα δεδομένα ασφαλείας που μοιράζονται εφαρμογές Cloud, εξαλείφοντας την έκθεση των δεδομένων στο δημόσιο Διαδίκτυο.

AWS VPN. Δημιουργεί ασφαλείς συνδέσεις ανάμεσα στα δίκτυα της επιχείρησης, τα απομακρυσμένα γραφεία, τις συσκευές των πελατών και του παγκόσμιου δικτύου AWS. Παρέχει δύο υπηρεσίες το AWS Site-to-Site VPN και το AWS Client VPN. Και τα δύο προσφέρουν υψηλά διαθέσιμες, διαχειρίσιμες και ελαστικές λύσεις Cloud VPN ώστε να προστατεύεται η κίνηση του δικτύου.

Elastic Load Balancing (ELB). Κατανέμει αυτόματα την εισερχόμενη κίνηση των εφαρμογών σε πολλούς στόχους όπως τις εικονικές μηχανές (instances) του Amazon EC2, τα containers και τις διευθύνσεις IP. Προσφέρει τέσσερις τύπους load balancer που όλοι έχουν κοινά χαρακτηριστικά: την υψηλή διαθεσιμότητα, την αυτόματη κλιμάκωση και την διαρκή ασφάλεια ώστε να εφαρμογές να μην είναι επιρρεπείς στην αποτυχία. Οι τύποι είναι οι εξής:

- Application Load Balancer για κίνηση HTTP και HTTPS.
- Network Load Balancer για TCP κίνηση.
- Gateway Load Balancer για ανάπτυξη, κλιμάκωση και ξεκίνημα εφαρμογών εικονικών δικτύων τρίτων.
- Classic Load Balancer για πολλές εικονικές μηχανές Amazon EC2. Χρησιμοποιείται για εφαρμογές που έχουν δημιουργηθεί μέσα στο δίκτυο EC2-Classic.



Εικόνα 2.1.γ Υπηρεσίες της Amazon AWS

2.2 Amazon Elastic Compute Cloud

Το Amazon Elastic Compute Cloud (Amazon EC2) παρέχει στον χρήστη την επεκτάσιμη υπολογιστική ικανότητα του Amazon Web Services (AWS) και έτσι ο χρήστης μπορεί να δημιουργεί και να αναπτύσσει εφαρμογές γρήγορα αφού δεν χρειάζεται να απασχολείται με το υλικό που τις υποστηρίζει. Επίσης, μπορεί να δημιουργήσει όσους εικονικούς διακομιστές (virtual servers) χρειάζεται, να ρυθμίσει την ασφάλεια και την δικτύωση και να διαχειριστεί την αποθήκευση. [12] Είναι το αντίστοιχο των εικονικών μηχανών της Microsoft Azure. Το AWS παρέχει στον χρήστη τον πλήρη έλεγχο των υπολογιστικών πόρων δίνοντας του την δυνατότητα να τρέξει τις εφαρμογές του στο περιβάλλον της Amazon. Έχει σχεδιαστεί για να διευκολύνει την σχεδίαση εφαρμογών ιστού για τους προγραμματιστές δίνοντάς τους τα εργαλεία για να

δημιουργήσουν εφαρμογές που αντιστέκονται στο ενδεχόμενο αποτυχίας. Η αρχιτεκτονική του Amazon EC2 περιλαμβάνει χαρακτηριστικά τα οποία αναλύονται παρακάτω και είναι τα εξής: [13]

- Εικονικά υπολογιστικά περιβάλλοντα, γνωστά ως παρουσίες (instances).
- Προκαθορισμένα πρότυπα για τις παρουσίες, γνωστά ως Amazon Machine Images (AMIs).
- Διάφορες ρυθμίσεις για τη CPU, τη μνήμη, τον αποθηκευτικό χώρο, τη δικτύωση των παρουσιών, γνωστές ως τύποι παρουσιών (instance types).
- Ασφαλής σύνδεση για τις παρουσίες με ζευγάρια κλειδιών (key pairs).
- Ειδικός χώρος αποθήκευσης για προσωρινά δεδομένα που διαγράφονται όταν ο χρήστης σταματά, αδρανοποιεί ή τερματίζει μία παρουσία, γνωστός ως instance store volume.
- Χώρος μόνιμης αποθήκευσης δεδομένων, γνωστός ως Amazon Elastic Block Store (EBS).
- Πολλαπλές φυσικές τοποθεσίες για τους πόρους όπως οι περιοχές και οι ζώνες διαθεσιμότητας.
- Ένα τοίχος προστασίας για τον καθορισμό πρωτόκολλων, θυρών και την διεύθυνση IP για τις παρουσίες χρησιμοποιώντας τις ομάδες ασφαλείας.
- Στατικές IPv4 διευθύνσεις για χρήση δυναμικού Cloud computing γνωστές ως Elastic IP addresses.
- Μεταδεδομένα (Metadata) για τις παρουσίες, γνωστά ως tags.
- Εικονικά δίκτυα τα οποία είναι απομονωμένα από το υπόλοιπο AWS Cloud και μπορούν να συνδεθούν στο δίκτυο που έχει δημιουργήσει ο χρήστης, γνωστά ως virtual private clouds (VPCs).

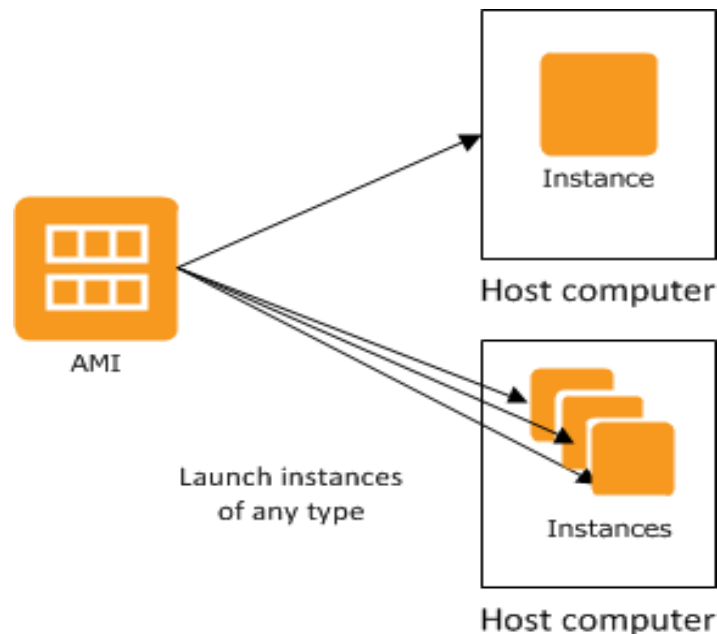
I. Παρουσίες και AMIs (Instances and AMIs)

Μια Εικόνα Μηχανής Amazon (Amazon Machine Image - AMI) είναι ένα πρότυπο που περιέχει μια ρύθμιση παραμέτρων λογισμικού για το λειτουργικό σύστημα, τον διακομιστή εφαρμογών και τις εφαρμογές. Από ένα AMI ξεκινούν οι παρουσίες (instances), οι οποίες είναι αντίγραφα του AMI που τρέχουν ως εικονικοί δρομολογητές στο Cloud. Επίσης παρουσίες (instances) ονομάζονται οι εικονικές μηχανές (virtual machines) στην Amazon AWS. Η Amazon δημοσιεύει πολλά AMIs που περιέχουν κοινές διαμορφώσεις λογισμικού για δημόσια χρήση ωστόσο μπορούν και οι χρήστες να δημιουργήσουν τα δικά τους. Με την δημιουργία προσαρμοσμένων AMIs ο χρήστης μπορεί να ξεκινήσει γρήγορα και εύκολα νέες παρουσίες που έχουν ό,τι χρειάζεται. Για παράδειγμα, εάν η εφαρμογή είναι μία ιστοσελίδα ή υπηρεσία ιστού το AMI θα μπορούσε να περιλαμβάνει έναν διακομιστή και τον κώδικα που χρειάζεται μία δυναμική σελίδα. Για να ξεκινήσει η εφαρμογή θα πρέπει ο χρήστης να ξεκινήσει μία παρουσία από το AMI και κατ' επέκταση να ξεκινήσει ο δρομολογητής. [12]

Υπάρχουν παρουσίες που εξυπηρετούν και τα τρία λειτουργικά συστήματα (Windows, Linux και macOS). Η εργασία αυτή αναλύει τις παρουσίες για Windows. Οι παρουσίες χωρίζονται σε διάφορους τύπους. Ένας τύπος παρουσίας (instance type) καθορίζει την υποδομή που χρησιμοποιείται για αυτή την παρουσία. Μερικοί τύποι παρουσιών προορίζονται για γενική χρήση, ενώ άλλοι υποστηρίζουν βελτιστοποιήσεις για συγκεκριμένες χρήσεις, όπως επεξεργαστές υψηλής απόδοσης για υπολογιστές, βελτιωμένη μνήμη για την επεξεργασία μεγάλων συνόλων δεδομένων και γρήγορη είσοδο ή έξοδο στην αποθήκευση. Ένα AMI μπορεί να ξεκινήσει πολλούς τύπους παρουσιών. Όταν ξεκινά μία παρουσία, ο τύπος της καθορίζει το υλικό του κεντρικού υπολογιστή που χρησιμοποιείται στην παρουσία. Κάθε τύπος προσφέρει διαφορετικούς υπολογισμούς, μνήμη και αποθηκευτικές δυνατότητες και ομαδοποιείται σε μια οικογένεια παρουσιών με βάση αυτές. [12] Ορισμένοι τύποι παρουσιών είναι: [14]

Γενικής χρήσης	Βελτιστοποίησης Υπολογισμού	Βελτιστοποίησης Μνήμης	Επιταχυνόμενος Υπολογισμός	Βελτιστοποίηση Αποθήκευσης
Παρέχει ισορροπία πόρων υπολογισμού, μνήμης και δικτύωσης και χρησιμοποιείται για διαφορετικούς φόρτους εργασίας. Είναι ιδανικός για εφαρμογές με διακομιστές ιστού.	Είναι ιδανικός για εφαρμογές που συνδέονται με υπολογιστές και επωφελούνται από επεξεργαστές υψηλής απόδοσης.	Έχουν σχεδιαστεί για να παρέχουν γρήγορη απόδοση για φόρτους εργασίας που επεξεργάζονται μεγάλα σύνολα δεδομένων στη μνήμη.	Χρησιμοποιούν επιταχυντές υλικού ή επεξεργαστές για την εκτέλεση λειτουργιών και έτσι η εκτέλεση γίνεται πιο αποτελεσματικά από ένα λογισμικό που εκτελείται σε CPU.	Σχεδιάστηκαν για φόρτους εργασίας που απαιτούν υψηλή, διαδοχική πρόσβαση για ανάγνωση και εγγραφή σε πολύ μεγάλα σύνολα δεδομένων σε τοπικό χώρο αποθήκευσης.
Περιπτώσεις Χρήσεις				
Ανάπτυξη, κατασκευή, δοκιμή και υπογραφή iOS, iPadOS, macOS, WatchOS, tvOS και εφαρμογών στο Xcode IDE.	Υπολογισμός υψηλής απόδοσης (HPC), επιστημονική μοντελοποίηση, παιχνιδοποίηση.	Εφαρμογές μνήμης, όπως βάσεις δεδομένων ανοιχτού κώδικα, cache που βρίσκονται στη μνήμη και ανάλυση μαζικών δεδομένων σε πραγματικό χρόνο.	Μηχανική μάθηση, υπολογιστική υψηλών επιδόσεων, σεισμική ανάλυση, αναγνώριση ομιλίας, αυτόνομα οχήματα και ανακάλυψη φαρμάκων.	Υψηλή υπολογιστική απόδοση και ταχύτητα δικτύου, γρήγορη πρόσβαση σε σύνολα δεδομένων μεσαίου μεγέθους σε τοπικό χώρο αποθήκευσης.

Πίνακας 2.2 Τύποι παρουσιών.



Εικόνα 2.2.α Αρχιτεκτονική AMI – παρουσιών.

II. Ασφάλεια

A. Ζεύγος κλειδιού (Key pair)

Ένα ζεύγος κλειδιού αποτελείται από ένα δημόσιο και ένα ιδιωτικό κλειδί και είναι ένα σύνολο διαπιστευτηρίων ασφαλείας που χρησιμοποιείται για να αποδείξει ο χρήστης την ταυτότητά του κατά τη σύνδεσή του με μια παρουσία στο Amazon EC2. Το Amazon EC2 αποθηκεύει το δημόσιο κλειδί στην παρουσία και ο χρήστης αποθηκεύει το ιδιωτικό κλειδί. Οποιοσδήποτε έχει το ιδιωτικό κλειδί μπορεί να έχει πρόσβαση στις παρουσίες. Επειδή το Amazon EC2 δεν διατηρεί αντίγραφο του ιδιωτικού κλειδιού, δεν υπάρχει τρόπος ανάκτησής του εάν χαθεί, ωστόσο, υπάρχει τρόπος σύνδεσης με τις παρουσίες. Τα Ιδιωτικά Κλειδιά μπορούν να δημιουργηθούν είτε στο Amazon EC2 ή σε κάποιον τρίτο κατασκευαστή και να προωθηθούν στο Amazon EC2. [12]

B. Ομάδες ασφαλείας για παρουσίες Windows

Μια ομάδα ασφαλείας λειτουργεί ως εικονικό τείχος προστασίας για τις παρουσίες EC2 για τον έλεγχο της εισερχόμενης και εξερχόμενης κυκλοφορίας. Η ομάδα ασφαλείας αποτελείται από

εισερχομένους (inbound) και εξερχόμενους (outbound) κανόνες. Οι εισερχόμενοι κανόνες ελέγχουν την εισερχόμενη κυκλοφορία στην παρουσία και οι εξερχόμενοι ελέγχουν την εξερχόμενη κίνηση από την παρουσία. Μία παρουσία μπορεί να έχει μία ή περισσότερες ομάδες ασφαλείας. Εάν δεν υπάρχει μία καθορισμένη το Amazon EC2 χρησιμοποιεί την ήδη προεπιλεγμένη. Ο χρήστης μπορεί να προσθέσει κανόνες σε κάθε ομάδα ασφαλείας που επιτρέπουν την κυκλοφορία από ή προς τις σχετικές παρουσίες της ή να τους τροποποιήσει ανά πάσα στιγμή. Οι νέοι και τροποποιημένοι κανόνες εφαρμόζονται αυτόματα σε όλες τις παρουσίες που συσχετίζονται με την ομάδα ασφαλείας. Το AWS παρέχει ομάδες ασφαλείας ως ένα από τα εργαλεία για την ασφάλεια των παρουσιών ωστόσο ο χρήστης πρέπει να τις ρυθμίσει έτσι ώστε να ανταποκρίνονται στις ανάγκες ασφαλείας του. Εάν οι απαιτήσεις του δεν πληρούνται πλήρως από αυτές, μπορείτε να διατηρήσει το δικό του τείχος προστασίας σε οποιαδήποτε από τις παρουσίες του διατηρώντας παράλληλα τις ομάδες ασφαλείας. [12]

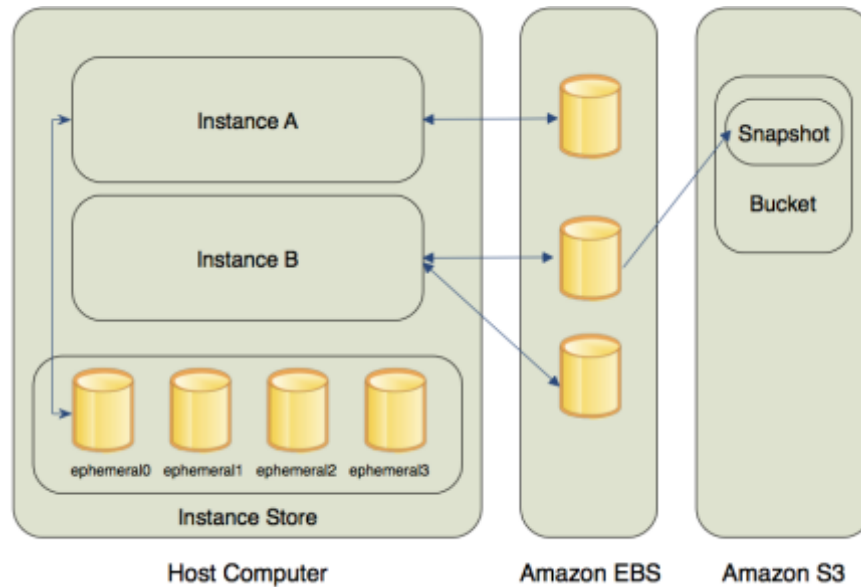
III. Αποθήκευση

Το Amazon EC2 προσφέρει τρεις τρόπους αποθήκευσης δεδομένων: το Amazon EBS, το Amazon EC2 Instance Store και το Amazon S3. Αυτοί οι τρεις τύποι αποτελούν έναν ευέλικτο, οικονομικά αποδοτικό και εύχρηστο τρόπο αποθήκευσης δεδομένων, συνδυάζοντας την απόδοση και την ανθεκτικότητα. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει έναν από τους τρεις τρόπους ή να κάνει συνδυασμό. [17]

A. Amazon EBS

Το Amazon EBS παρέχει ανθεκτικούς τόμους αποθήκευσης (store volumes) σε επίπεδο μπλοκ τους οποίους μπορεί να συνδέσει ο χρήστης σε μια παρουσία που εκτελείται. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως κύρια συσκευή αποθήκευσης για δεδομένα που απαιτούν συχνές και λεπτομερείς ενημερώσεις όπως όταν εκτελείται μία βάση δεδομένων σε μία παρουσία. Ένας τόμος EBS μπορεί να συνδεθεί σε μία μόνο παρουσία και διατηρείται ακόμη και αν η παρουσία διαγραφεί. Όταν συνδεθεί, χρησιμοποιείται όπως κάθε άλλος φυσικός σκληρός δίσκος. Ο χρήστης μπορεί να συνδέσει πολλούς τόμους σε μια παρουσία ή να αποσυνδέσει έναν τόμο EBS από μία παρουσία και να τον επισυνάψει σε άλλη. Επίσης μπορεί να αλλάξει δυναμικά τη ρύθμιση παραμέτρων ενός τόμου προσαρτημένου σε μια παρουσία. Οι τόμοι EBS έχουν την δυνατότητα να κρυπτογραφηθούν χρησιμοποιώντας την δυνατότητα κρυπτογράφησης που προσφέρει το Amazon EBS. Ακόμη, ο χρήστης μπορεί να διατηρήσει ένα αντίγραφο ασφαλείας των δεδομένων του, δημιουργώντας ένα στιγμιότυπο ενός τόμου EBS, το οποίο αποθηκεύεται στο Amazon S3 ή μπορεί να δημιουργήσει έναν τόμο EBS από ένα στιγμιότυπο και να το επισυνάψει σε μια άλλη παρουσία. [12] Στην εικόνα 2.2.β φαίνεται η λειτουργία του Amazon EBS. Οι παρουσίες (Instance A, Instance B) του κεντρικού υπολογιστή (Host Computer) συνδέονται με τους τόμους αποθήκευσης του Amazon EBS και στην συνέχεια ένας από αυτούς

τους τόμους συνδέεται με το Amazon S3 για να αποθηκεύσει backup αντίγραφα (snapshots) του τόμου.



Εικόνα 2.2.α Παράδειγμα λειτουργίας Amazon EBS

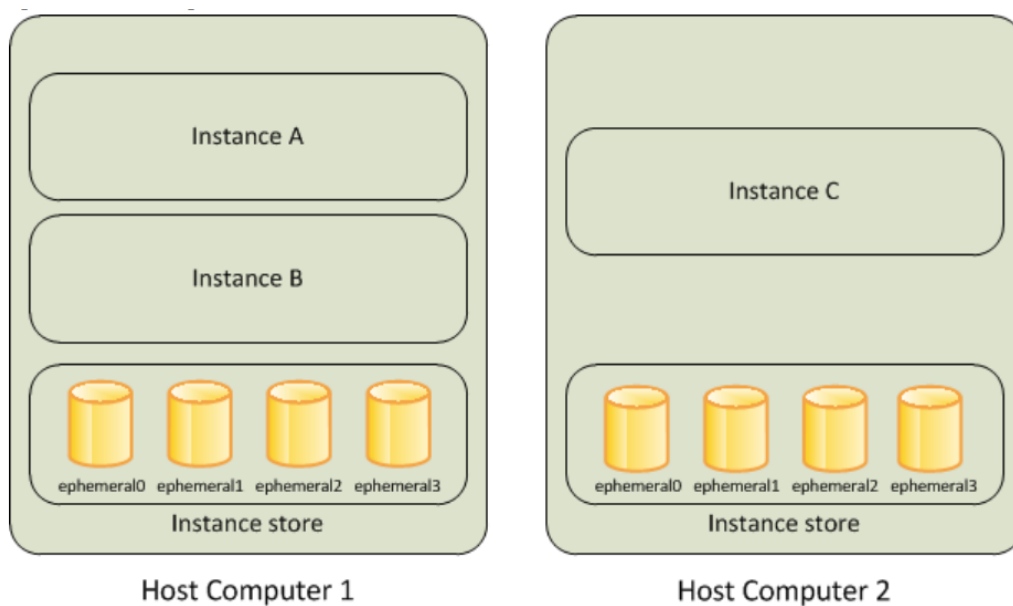
Το Amazon EBS έχει πολύ σημαντικά πλεονεκτήματα, που δεν έχουν οι υπόλοιποι τρόποι αποθήκευσης, τα οποία ο χρήστης οφείλει να λάβει υπόψη του όταν επιλέγει τον κατάλληλο τρόπο αποθήκευσης. Τα πλεονεκτήματα είναι τα εξής: [12]

- Διαθεσιμότητα δεδομένων
- Μονιμότητα δεδομένων
- Κρυπτογράφηση δεδομένων
- Ασφάλεια δεδομένων
- Στιγμιότυπα
- Ευελιξία

B. Amazon EC2 Instance Store

Ένα instance store παρέχει έναν προσωρινό χώρο αποθήκευσης σε επίπεδο μπλοκ για τις παρουσίες. Αυτός ο χώρος αποθήκευσης βρίσκεται στους δίσκους που είναι φυσικά συνδεδεμένοι με τον κεντρικό υπολογιστή (host computer). Είναι ιδανικός για προσωρινή αποθήκευση πληροφοριών που αλλάζουν συχνά, όπως buffers, caches ή για δεδομένα που αναπαράγονται σε πολλές παρουσίες. Ένα instance store μπορεί να αποτελείται από έναν ή περισσότερους τόμους instance store ενώ το μέγεθός τους και ο αριθμός των διαθέσιμων συσκευών ποικίλλει ανάλογα με τον τύπο παρουσίας. Ένας τόμος instance store ονομάζεται

ephemeral (προσωρινός) ή αλλιώς εικονική συσκευή και παίρνει αριθμούς από το 0 έως το 23. Οι τύποι παρουσιών που υποστηρίζουν έναν τόμο instance store συμβολίζονται με ephemeral0, αυτοί που υποστηρίζουν δύο τόμους με ephemeral1 και ούτω καθεξής. [12] Για παράδειγμα, στην παρακάτω εικόνα απεικονίζονται δύο κεντρικοί υπολογιστές, οι Host Computer 1 και Host Computer 2. Στον Host Computer 1 είναι συνδεδεμένες δύο παρουσίες οι Instance A και Instance B ενώ στον Host Computer 2 η Instance C. Επίσης στον Host Computer 1 υπάρχει ένα Instance store με τέσσερα ephemeral. Ο πρώτος τόμος instance store είναι ephemeral0 που σημαίνει ότι ο συγκεκριμένος τύπος παρουσίας μπορεί να υποστηρίξει έναν τόμο instance store ενώ ο τέταρτος είναι ephemeral3 δηλαδή ο τύπος παρουσίας μπορεί να υποστηρίξει τέσσερις τόμους. Το ίδιο ισχύει για τον Host Computer 2 με το δικό του Instance store.

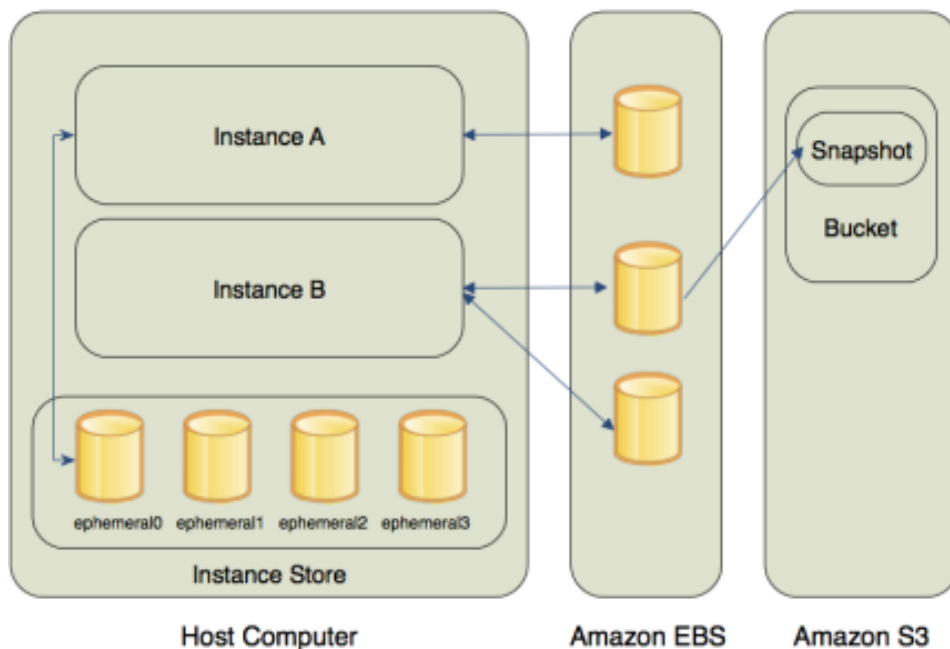


Εικόνα 2.2.γ Αρχιτεκτονική Instance store

Ο χρήστης μπορεί να καθορίσει τους χώρους αποθήκευσης που αντιστοιχούν σε μία παρουσία μόνο όταν ξεκινά αυτή τη παρουσία. Δεν μπορεί να αποσυνδέσει ένα χώρο αποθήκευσης και να τον επισυνάψει σε μία άλλη παρουσία, σε αντίθεση με το Amazon EBS. Επίσης, τα δεδομένα είναι διαθέσιμα μόνο όσο είναι διαθέσιμη η παρουσία και εάν η παρουσία χαθεί για κάποιο λόγο όπως αποτυχία του δίσκου, σταμάτημα, αδρανοποίηση ή τερματισμός τότε χάνονται και αυτά. Ακόμη, εάν ο χρήστης δημιουργήσει ένα AMI από μία παρουσία τα δεδομένα στο instance store δεν διατηρούνται και δεν φαίνονται στην παρουσία που ξεκινά από το AMI. Για αυτό το λόγο, το Amazon EC2 Instance Store δεν συνιστάται για αποθήκευση σημαντικών, μακροπρόθεσμων δεδομένων. [12]

Γ. Amazon S3

Το Amazon S3 είναι ένα αποθετήριο (repository) δεδομένων διαδικτύου. Παρέχει πρόσβαση σε αξιόπιστη και φθηνή υποδομή αποθήκευσης δεδομένων. Έχει σχεδιαστεί για να διευκολύνει την πληροφορική σε κλίμακα Web, επιτρέποντας στο χρήστη να αποθηκεύει και να ανακτά οποιονδήποτε όγκο δεδομένων, ανά πάσα στιγμή, από το Amazon EC2 ή τον ιστό. Για παράδειγμα, ο χρήστης μπορεί να το χρησιμοποιήσει για αποθήκευση αντιγράφων ασφαλείας, δεδομένων, εφαρμογών, στιγμιότυπων ή παρουσιών. Το Amazon EC2 χρησιμοποιεί το Amazon S3 για την αποθήκευση AMIs ή για την αποθήκευση στιγμιότυπων (snapshots) τα οποία είναι backup αντίγραφα των τόμων δεδομένων. Ο χρήστης μπορεί να χρησιμοποιήσει τα στιγμιότυπα ως γραμμή βάσης για να δημιουργήσει πολλαπλούς, νέους τόμους δεδομένων, να επεκτείνει το μέγεθος ενός υπάρχοντος τόμου δεδομένων ή να τους μετακινήσει σε πολλές ζώνες διαθεσιμότητας κάνοντας την χρήση δεδομένων επεκτάσιμη. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί μαζί με το Amazon EBS, όπως φαίνεται στην εικόνα 2.2.δ. [12]



Εικόνα 2.2.δ Συνδυασμός Amazon EBS και Amazon S3

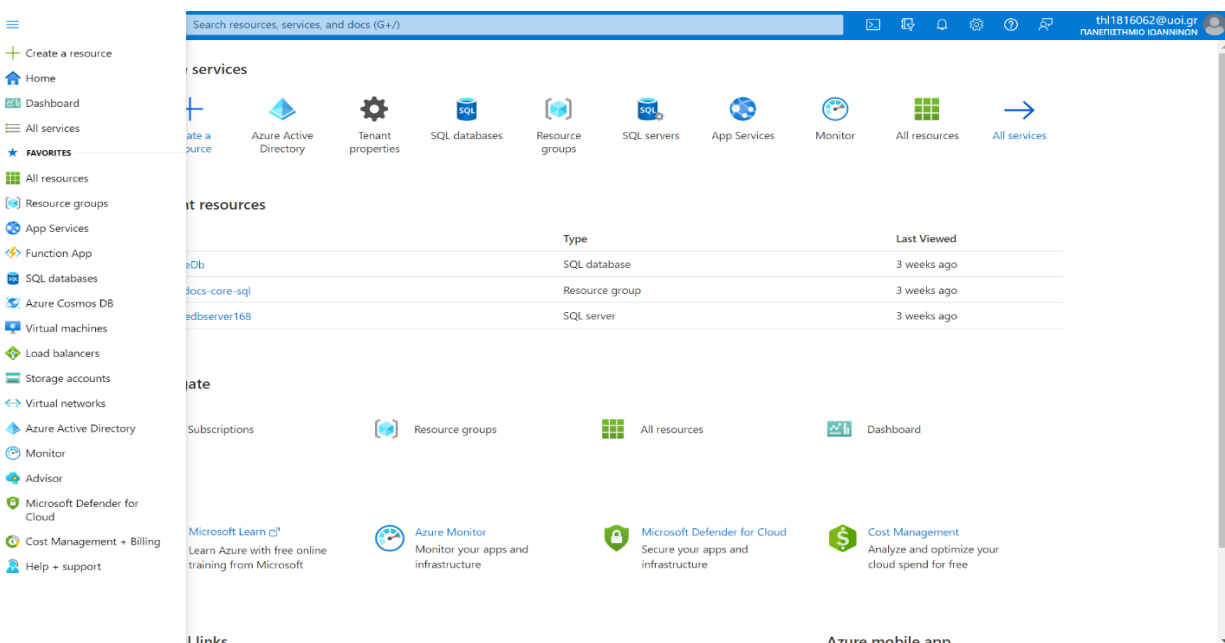
2.3 Microsoft Azure

Η Azure είναι μια ολοκληρωμένη πλατφόρμα Cloud που μπορεί να φιλοξενήσει τις υπάρχουσες εφαρμογές του χρήστη, να βελτιστοποιήσει την ανάπτυξη νέων εφαρμογών και να βελτιώσει τις εφαρμογές μίας επιχείρησης. Ενσωματώνει υπηρεσίες Cloud με τις οποίες ο χρήστης μπορεί να αναπτύξει, να δοκιμάσει, να διαχειριστεί και να κλιμακώσει τις εφαρμογές του, ενώ παράλληλα εκμεταλλεύεται την αποδοτικότητα του Cloud computing. Χάρη στην αξιοπιστία της μπορεί να προσφέρει εφαρμογές που αλλιώς δεν θα ήταν εύκολα διαθέσιμες εξαιτίας των διαφορετικών περιοχών ανάπτυξης. Η πύλη Azure (Azure portal) επιτρέπει στον χρήστη να διαχειρίζεται εύκολα όλες τις υπηρεσίες της Microsoft Azure. Μπορεί επίσης να διαχειριστεί τις υπηρεσίες του μέσω προγραμματισμού χρησιμοποιώντας APIs για συγκεκριμένες υπηρεσίες και πρότυπα (templates). Παρακάτω αναφέρονται οι τέσσερις κατηγορίες υπηρεσιών που προσφέρει μαζί με τις εφαρμογές τους: [15]

- **Υπηρεσίες πληροφορικής (Compute Services).** Περιλαμβάνουν τις Azure Virtual Machines για Linux ή Windows και τις Υπηρεσίες Εφαρμογών (App Services) όπως Web Apps, Mobile Apps, Logic Apps, API Apps και Function Apps, Batch (για εργασίες παράλληλης και μαζικής υπολογιστικής μεγάλης κλίμακας), RemoteApp, Service Fabric και το Azure Container Service.
- **Υπηρεσίες Δεδομένων (Data Services).** Περιλαμβάνουν τις υπηρεσίες αποθήκευσης και βάσεων δεδομένων. Στην αποθήκευση ανήκει η Microsoft Azure Storage που αποτελείται από τις υπηρεσίες Blob, Queue, Table και Files, ενώ στις βάσεις δεδομένων η Azure SQL Database, Azure MySQL, Azure PostgreSQL, Azure MariaDB, το Azure Cosmos DB και το Azure Cache for Redis.
- **Υπηρεσίες Εφαρμογών (Application Services).** Περιλαμβάνουν εφαρμογές που ο χρήστης μπορεί να χρησιμοποιήσει για να αναπτύξει και να λειτουργήσει τις εφαρμογές του όπως το Azure Active Directory (Azure AD), το Service Bus για την σύνδεση κατακεντρωμένων συστημάτων, το HDInsight για την επεξεργασία μεγάλων δεδομένων, το Azure Scheduler και τις Azure Media Services (Υπηρεσίες πολυμέσων Azure).
- **Υπηρεσίες Δικτύου (Network Services).** Περιλαμβάνουν χαρακτηριστικά του Azure όπως τα Virtual Networks (Εικονικά Δίκτυα), ExpressRoute, Azure DNS, Azure Traffic Manager, και το Azure Content Delivery Network (Δίκτυο παράδοσης περιεχομένου Azure).

Προκειμένου ο χρήστης να χρησιμοποιήσει τις υπηρεσίες της Azure μπορεί είτε να δημιουργήσει λογαριασμό στο Azure Portal είτε να κατεβάσει το Azure CLI για Windows, Linux και macOS. Οι περισσότεροι προγραμματιστές χρησιμοποιούν και τα δύο για να δημιουργήσουν και να αναπτύξουν εφαρμογές. Η διαφορά τους είναι ότι το Azure Portal παρουσιάζει συγκεντρωμένες όλες τις υπηρεσίες που προσφέρει η Azure, ενώ το Azure CLI είναι γρηγορότερο, αποδοτικότερο και λειτουργεί με εντολές, με αποτέλεσμα ο χρήστης να καταφέρνει με μία εντολή ό,τι και το Azure Portal ακολουθώντας όμως αρκετά βήματα. Επιπλέον, το Azure CLI δίνει την επιλογή αποθήκευσης των εντολών σε ένα αρχείο ώστε να

χρησιμοποιηθούν σε άλλες εφαρμογές από διαφορετικούς προγραμματιστές. [16] Η δημιουργία και ανάπτυξη των εφαρμογών μπορεί να γίνει σε ένα περιβάλλον ανάπτυξης όπως το Visual Studio ή σε έναν code editor όπως το Visual Studio Code. Και στις δύο περιπτώσεις, ο χρήστης μπορεί να συνδεθεί με το λογαριασμό του στην Azure και να ανεβάσει πολύ γρήγορα τις εφαρμογές του στο Cloud. Το Visual Studio Installer προσφέρει ειδικά πακέτα ανάπτυξης για τη Microsoft Azure τα οποία ο χρήστης μπορεί να κατεβάσει για να προσαρμόσει το Visual Studio σε αυτό το περιβάλλον. Όταν οι χρήστες θέλουν να ελέγχουν τις εφαρμογές τους, οπουδήποτε και οποτεδήποτε χωρίς να έχουν πρόσβαση σε υπολογιστή μπορούν να χρησιμοποιήσουν την εφαρμογή Microsoft Azure για Android και Apple.



Εικόνα 2.3.α Azure Portal

Η Azure συστήνει μία νέα μεθοδολογία για την ανάπτυξη πόρων με σκοπό την αποδοτικότερη ανάπτυξη και διαχείριση υπηρεσιών, το Resource Manager (Διαχειριστής Πόρων). Το Resource Manager είναι ο αντικαταστάτης του μοντέλου ανάπτυξης Azure Service Management (ASM) το οποίο χρησιμοποιούνταν για την ανάπτυξη υπηρεσιών. Το 2014 η Microsoft εισήγαγε το IaaS πρότυπο στο Resource Manager και από τότε ενισχύει συνεχώς τις ικανότητές του αφού πλέον έχει πλήρεις δυνατότητες IaaS με αποτέλεσμα η διαχείριση των IaaS εικονικών συσκευών μέσω του ASM να υποτιμάτε από τον Φεβρουάριο του 2020. Αυτό έχει οδηγήσει στην σταδιακή απόσυρση αυτής της λειτουργίας η οποία θα ολοκληρωθεί την 1η Μαρτίου 2023. Έτσι λοιπόν, η Microsoft καλεί όλους τους χρήστες των πόρων IaaS να μεταναστεύσουν τις υπηρεσίες τους στο Resource Manager που αποτελεί μία νέα και αποδοτικότερη λύση και συνίσταται για όλους τους νέους φόρτους εργασίας της Azure. Το Resource Manager χρησιμοποιείται για την οργάνωση πόρων που έχουν σχέση μεταξύ τους τοποθετώντας τους στο ίδιο resource group. Για

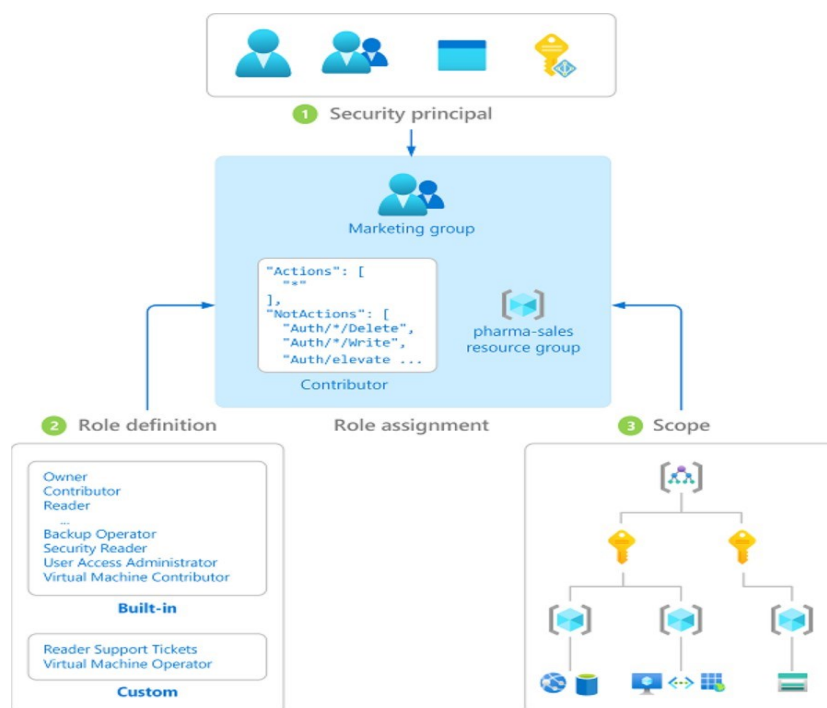
παράδειγμα, εάν ένας χρήστης έχει δύο εικονικές μηχανές (VM1, VM2) που τρέχουν σε μία εφαρμογή Διαδικτύου με την ίδια βάση δεδομένων και το ίδιο εικονικό δίκτυο τότε το resource group θα περιέχει: [15]

- VM1
- VM2
- Εικονικό Δίκτυο (Virtual Network)
- Λογαριασμό αποθήκευσης (Storage Account)
- Azure SQL Βάση Δεδομένων

Το Resource Manager έχει αρκετά πλεονεκτήματα αφού χάρη σε αυτό η ανάπτυξη των πόρων μπορεί να είναι γρηγορότερη και παράλληλη αντί για διαδοχική όπως ήταν με το ASM. Πλέον κάθε υπηρεσία μπορεί να έχει τον δικό της πάροχο υπηρεσιών που μπορεί να αναβαθμίζεται όποτε χρειάζεται ανεξάρτητα από τις υπόλοιπες υπηρεσίες. Όμως τα πλεονεκτήματα δεν είναι μόνο αυτά αλλά περιλαμβάνουν και άλλες τρεις σημαντικές κατηγορίες: τα πρότυπα (templates), την ασφάλεια και την χρέωση. Συγκεκριμένα, στην ανάπτυξη μέσω προτύπων ο χρήστης μπορεί να δημιουργήσει ένα JSON πρότυπο για να αναπτύξει όλους τους πόρους μίας λύσης αντί για πολλές εικονικές μηχανές. Επίσης, μπορεί να χρησιμοποιήσει το πρότυπο για να ανακατασκευάσει τους ίδιους πόρους επανειλημμένα ή δώσει νέες τιμές σε πεδία όπως τα ονόματα εικονικών μηχανών ή δικτύων και να το φορτώσει ξανά χρησιμοποιώντας διαφορετικές παραμέτρους. Ακόμη, μπορεί να εντοπίσει εξαρτήσεις σε ένα πρότυπο και να επιτρέψει στο χρήστη να καθορίσει πρόσθετες εξαρτήσεις, εάν είναι απαραίτητο. Στην ασφάλεια, ο χρήστης μπορεί με το χαρακτηριστικό Role – Based Access Control (RBAC) να ελέγξει την πρόσβαση στους πόρους που έχει μία ομάδα ενώ στη χρέωση, οργανώνει όλους τους πόρους μίας συνδρομής, αντιστοιχίζοντας tags σε κάθε πόρο ώστε ο χρήστης να ανακτήσει όλες τις πληροφορίες χρέωσης για κάθε πόρο. [15]

Το χαρακτηριστικό Έλεγχος Πρόσβασης με βάση τον Ρόλο (Role – Based Access Control- RBAC) χρησιμοποιείται για την διαχείριση ασφαλείας των πόρων του Resource Manager. Εκτός από το μοντέλο ανάπτυξης Resource Manager που επιτρέπει στον χρήστη να ομαδοποιεί και να διαχειρίζεται σχετικούς πόρους, η Microsoft εισήγαγε το RBAC, επεκτείνοντας τα δικαιώματα που έχουν τρίτοι στους πόρους των resource groups. Με το Resource Manager, ο χρήστης μπορεί να αναπτύξει πόρους σε ένα συγκεκριμένο resource group και να παραχωρήσει δικαιώματα σε άλλους χρήστες, group ή αρχές υπηρεσιών (service principals) χωρίς όμως να μπορούν να κάνουν αλλαγές σε πόρους άλλου resource group ή μπορεί να παραχωρήσει άδεια να διαχειριστούν μία μόνο εικονική μηχανή. Με το RBAC ο χρήστης μπορεί να παραχωρήσει περισσότερα δικαιώματα σε έναν χρήστη, group ή υπηρεσία αρχής δίνοντάς τους έναν ρόλο. Η ανάθεση ρόλων αποτελείται από τρία στοιχεία: την αρχή ασφαλείας που αντιπροσωπεύει έναν χρήστη, ομάδα, αρχή υπηρεσίας ή διαχειριζόμενη οντότητα (νούμερο 1 στην εικόνα 2.3.β), τον καθορισμό ρόλου που περιλαμβάνει όσα επιτρέπονται να γίνουν στους πόρους όπως ανάγνωση, εγγραφή, διαγραφή (νούμερο 2) και την εμβέλεια που περιλαμβάνει τους πόρους στους οποίους επιτρέπεται η πρόσβαση (νούμερο 3). Κάθε ρόλος έχει μία λίστα με Actions δηλαδή όσα επιτρέπεται να κάνει και Not Actions όσα δεν επιτρέπεται. Οι πιο κοινοί ρόλοι είναι οι Owner (Διαχειριστής), Reader (Αναγνώστης), SQL DB Contributor, SQL Security Manager, Storage

Account Contributor και Virtual Machine Contributor. Εάν οι προηγούμενοι ρόλοι δεν καλύπτουν τις ανάγκες του χρήστη μπορεί να δημιουργήσει προεπιλεγμένους ρόλους και να τους αναθέσει σε έναν άλλο χρήστη, group, resource group, εφαρμογή για συνδρομή ή πόρο. Οι προεπιλεγμένοι ρόλοι αποθηκεύονται στο Azure Active Directory και μπορούν να μοιραστούν σε όλες τις συνδρομές με το ίδιο Active Directory. [17]Το παρακάτω διάγραμμα είναι ένα παράδειγμα ανάθεσης ρόλου. Στο Marketing group ανατίθεται ο ρόλος συνεισφέρων (Contributor) για το resource group pharma-sales μαζί με τα Actions που ορίζουν ότι θα μπορεί να διαγράφει, δημιουργεί, αναβαθμίζει οποιονδήποτε πόρο ανήκει στο συγκεκριμένο resource group και τα Not Actions που ορίζουν ότι δεν θα έχει πρόσβαση στους πόρους εκτός του pharma-sales resource group.



Εικόνα 2.3.β Παράδειγμα λειτουργίας RBAC

Η Azure είναι μία παγκόσμια πλατφόρμα Cloud που είναι διαθέσιμη σε πολλές περιοχές σε όλο τον κόσμο. Όταν ο χρήστης ξεκινά μία υπηρεσία, εφαρμογή ή εικονική μηχανή σε αυτή, ζητείται να επιλέξει μία περιοχή. Αυτή η περιοχή αντιπροσωπεύει ένα συγκεκριμένο κέντρο δεδομένων όπου εκτελείται η εφαρμογή ή όπου αποθηκεύονται τα δεδομένα του χρήστη. Οι περιοχές αυτές αντιστοιχούν σε ειδικές τοποθεσίες, οι οποίες δημοσιεύονται στη σελίδα Azure regions. Ένα από τα πλεονεκτήματα της χρήσης της Azure είναι ότι ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να αναπτύξει εφαρμογές σε διάφορα κέντρα δεδομένων σε όλο το κόσμο. Όμως, η περιοχή που επιλέγει μπορεί να επηρεάσει τις επιδόσεις της εφαρμογής του. Για αυτό, είναι καλύτερο να επιλέγει μία περιοχή που είναι πιο κοντά στους περισσότερους πελάτες ώστε η καθυστέρηση στις αιτήσεις δικτύου να είναι μειωμένη. Δύο βέλτιστες πρακτικές είναι η αποθήκευση δεδομένων να γίνεται

στο ίδιο κέντρο δεδομένων ή όσο πιο κοντά γίνεται στο κέντρο δεδομένων της εφαρμογής και οι εφαρμογές που είναι ζωτικής σημασίας για μία επιχείρηση να αποθηκεύονται σε παραπάνω από ένα κέντρα δεδομένων. Η τελευταία πρακτική ονομάζεται multi-region. Μειώνει την καθυστέρηση δικτύου, αυξάνει την ευελιξία στις αναβαθμίσεις και διαχειρίζεται καλύτερα την απώλεια δεδομένων που μπορεί να προκύψει από αποτυχίες δικτύου ή φυσικές καταστροφές. [18]

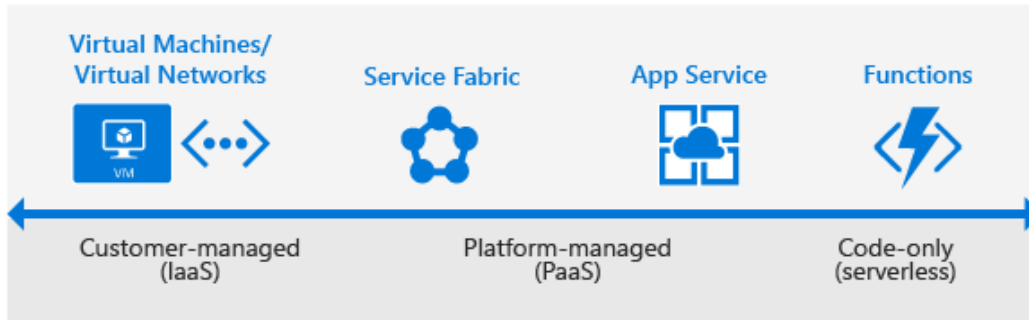


Εικόνα 2.3.γ Λογότυπο Microsoft Azure

2.4 Ανάλυση υπηρεσιών της πλατφόρμας Microsoft Azure

A. Υπηρεσίες πληροφορικής

Η Microsoft Azure προσφέρει δύο μοντέλα υπηρεσιών Cloud και την Serverless φιλοξενία, δηλαδή την φιλοξενία στο Cloud χωρίς διακομιστή. Το πρώτο είναι το μοντέλο IaaS στο οποίο ο πελάτης έχει τον πλήρη έλεγχο στη φιλοξενία των εφαρμογών του. Παραδείγματα εφαρμογών που λειτουργούν με αυτό το μοντέλο είναι οι Virtual Machines (Εικονικές Μηχανές) και τα Virtual Networks (Εικονικά Δίκτυα). Το δεύτερο μοντέλο είναι το PaaS, στο οποίο την υποδομή του διαχειρίζεται η πλατφόρμα Azure και όχι ο χρήστης. Παραδείγματα εφαρμογών που υποστηρίζουν αυτό το επίπεδο είναι το Service Fabrik και το App Service (Υπηρεσία Εφαρμογών). Τέλος, είναι η Serverless φιλοξενία όπου ο χρήστης γράφει μόνο τον κώδικα της εφαρμογής του (Code-only). Τέτοιο παράδειγμα αποτελούν τα Functions. [19]



Εικόνα 2.4.α Οι τρεις τρόποι φιλοξενίας εφαρμογών με τις ανάλογες υπηρεσίες

Για τους προγραμματιστές, η Microsoft Azure προσφέρει ένα ακόμη μοντέλο υπηρεσιών, το Infrastructure as Code (IaC) που είναι η διαχείριση της υποδομής (δίκτυα, εικονικές μηχανές, load balancers και τοπολογία σύνδεσης) σε ένα περιγραφικό μοντέλο δημιουργώντας το ίδιο περιβάλλον κάθε φορά που εφαρμόζεται σύμφωνα με την αρχή που λέει ότι ο ίδιος πηγαίος κώδικας δημιουργεί το ίδιο δυαδικό. Δηλαδή, χρησιμοποιείται η ίδια έκδοση υποδομής όπως μία ομάδα DevOps χρησιμοποιεί κάθε φορά τον ίδιο πηγαίο κώδικα. Το IaC είναι μία βασική πρακτική DevOps με σημαντικά πλεονεκτήματα όπως: [20]

- Μείωση ανθρώπινου λάθους κατά τη διάρκεια ανάπτυξης και διαχείρισης της υποδομής.
- Ανάπτυξη του ίδιου προτύπου πολλές φορές με σκοπό τη δημιουργία πανομοιότυπων περιβαλλόντων ανάπτυξης, ελέγχου και παραγωγής.
- Μείωση του κόστους περιβαλλόντων ελέγχου και ανάπτυξης αφού με το IaC δημιουργούνται αυτόματα.

Η Azure προσφέρει υποστήριξη του μοντέλου IaC μέσω του Resource Manager. Ο χρήστης καθορίζει τα πρότυπα που προσδιορίζουν την υποδομή που απαιτείται για να αναπτύξει τις λύσεις του. Όμως, μπορεί να επιλέξει και άλλες πλατφόρμες όπως τις Terraform, Ansible, Chef, Pulumi για να διαχειριστεί αυτοματοποιημένες υποδομές. [20]

I. Υπηρεσίες Εφαρμογών και Εφαρμογές Ιστού

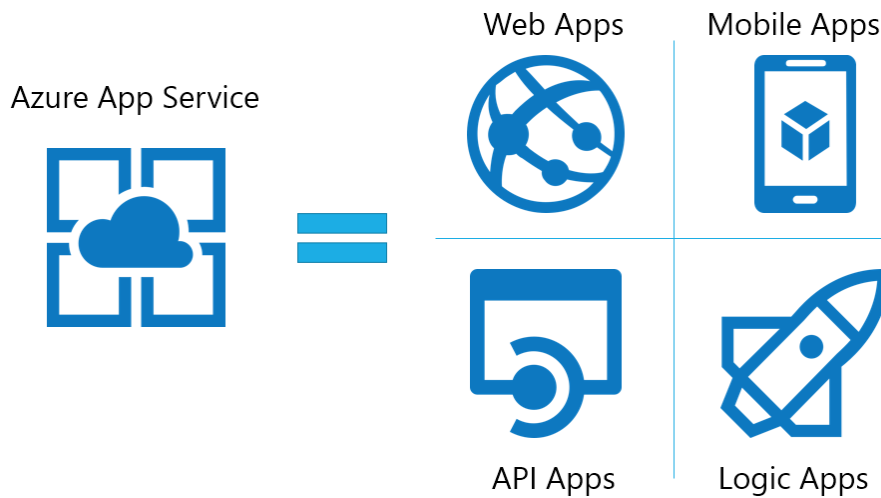
Η Υπηρεσία Εφαρμογών (App Service) είναι μία υπηρεσία που φιλοξενεί ένα από τα πέντε είδη εφαρμογών: Web Apps, Mobile Apps, Logic Apps, API Apps, Function Apps. Είναι ο πιο εύκολος και γρήγορος τρόπος ανάπτυξης εφαρμογών ιστού. Κάθε εφαρμογή τρέχει στην δική της υπηρεσία και έχει το ίδιο όνομα με την υπηρεσία εφαρμογής στη οποία τρέχει. Επίσης, έχει ορισμένα χαρακτηριστικά όπως η χωρητικότητα και η κοινοποίηση πόρων για μία ή περισσότερες εφαρμογές που ανήκουν στην ίδια υπηρεσία εφαρμογών. Τα χαρακτηριστικά αυτά ορίζονται από το πλάνο Υπηρεσίας Εφαρμογών (App Service plan). Με το App Service plan ο χρήστης μπορεί να διαχειριστεί τις εφαρμογές του και να τις αναβαθμίσει ή να τις κλιμακώσει

εύκολα αλλάζοντας τις ρυθμίσεις του χωρίς να χρειάζεται να αναπτύξει την εφαρμογή από την αρχή. [15]

ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ	
Web Apps	PaaS πλατφόρμα για δημιουργία ιστοσελίδων σε πολλές γλώσσες προγραμματισμού.
Mobile Apps	Υψηλά κλιμακούμενη και παγκόσμια διαθέσιμη πλατφόρμα για δημιουργία εφαρμογών κινητών
Logic Apps	Πλατφόρμα δημιουργίας και ανάπτυξης αυτοματοποιημένων ροών εργασίας στις οποίες ενσωματώνονται εφαρμογές, δεδομένα, υπηρεσίες και συστήματα.
API Apps	Πλατφόρμα ανάπτυξης REST APIs που χρησιμοποιούνται στην πρόσβαση backend API υπηρεσιών.
Function Apps	Serverless λύση για την ανάπτυξη εφαρμογών χωρίς συντήρηση ή ανάπτυξη των διακομιστών επικεντρώνοντας μόνο στον κώδικα.

Πίνακας 2.3 Υπηρεσίες εφαρμογών Azure.

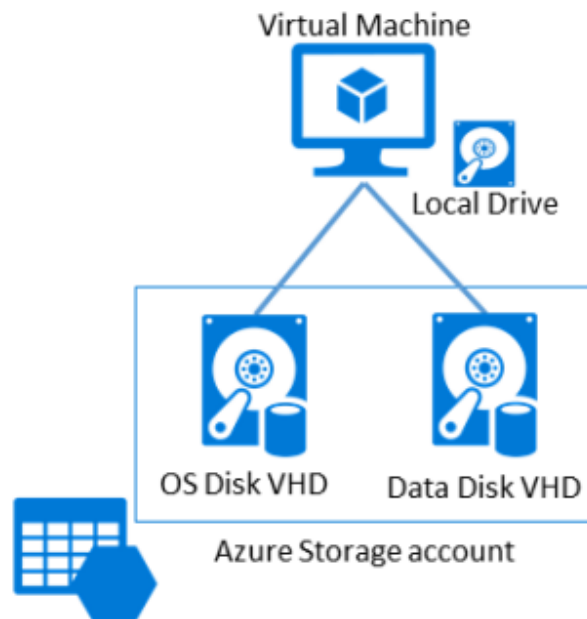
Ένα App Service μπορεί να φιλοξενήσει μία εφαρμογή ιστού (Web App). Όταν χρήστης αναπτύξει μία τέτοια εφαρμογή μπορεί να την μοιραστεί με τους πελάτες του σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα. Οι εφαρμογές ιστού έχουν πολλά χαρακτηριστικά που κάνουν την ανάπτυξη, διαχείριση και επίλυση προβλημάτων αρκετά εύκολη. Ειδικότερα, όσων αφορά την ανάπτυξη υποστηρίζονται αρκετές γλώσσες προγραμματισμού με τις οποίες ο χρήστης μπορεί να αναπτύξει την δική του εφαρμογή όπως .NET, Java, PHP, Node.js και Python ή εναλλακτικά εφαρμογές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως σημείο εκκίνησης όπως WordPress, Umbraco, Joomla!, και Drupal. Επίσης, υποστηρίζεται η συνεχή ανάπτυξη εφαρμογών με το Team Foundation Server (TFS), το GitHub, το TeamCity, το Jenkins ή το BitBucket ώστε κάθε φορά που γίνεται μία αλλαγή να αναπτύσσεται μία καινούργια εκδοχή της εφαρμογής. Ακόμη, η επέκταση της εφαρμογής γίνεται με επέκταση του App Service plan στο οποίο ανήκει από τον χρήστη ή αυτόματα. Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να δημοσιεύσει την εφαρμογή του σε πολλές τοποθεσίες ώστε να βρίσκονται πιο κοντά στους πελάτες και να εκτελεί διαγνωστικούς ελέγχους ώστε να ελέγχει την απόδοση ή τα σφάλματα της εφαρμογής του, τα οποία μπορεί να επιλύσει απευθείας από το Microsoft Visual Studio όσο η εφαρμογή τρέχει στο Cloud. [15]



Εικόνα 2.4.β Εφαρμογές που υποστηρίζει η Azure App Service.

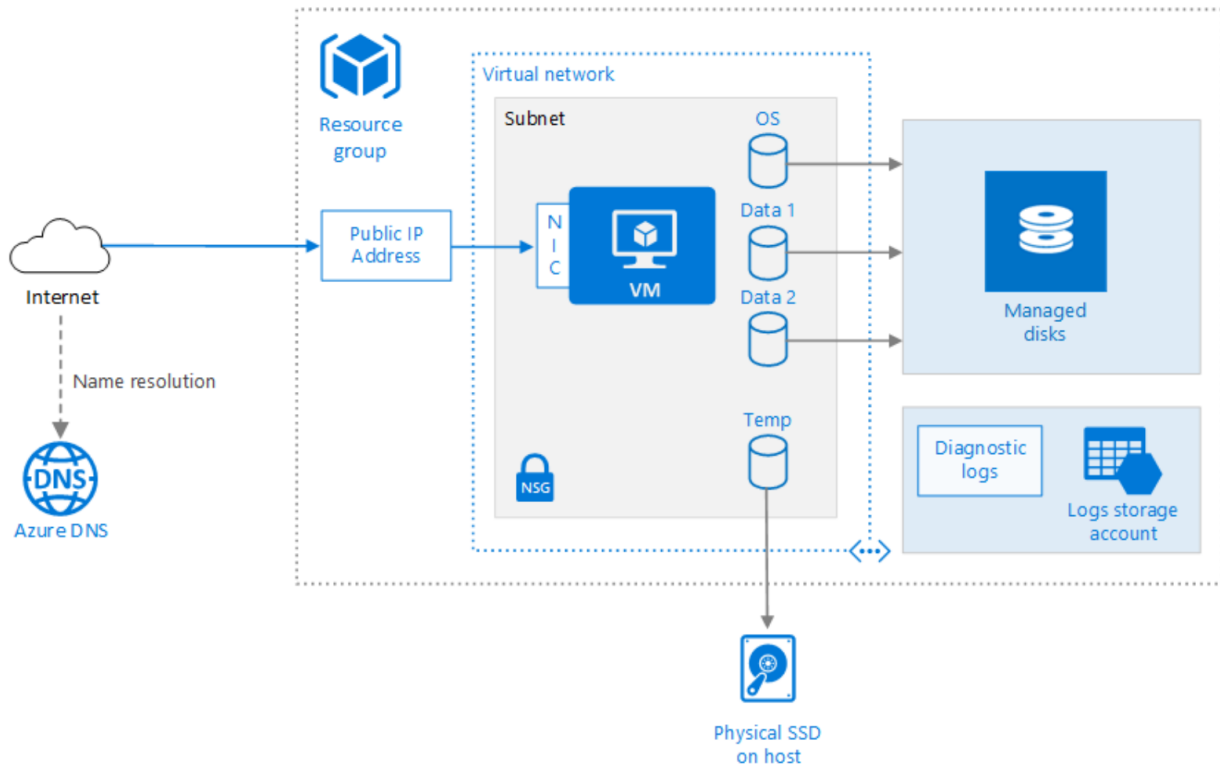
II. Azure Virtual Machines

Οι Εικονικές Μηχανές Azure (Azure Virtual Machines) είναι ένα από τα κύρια χαρακτηριστικά των δυνατοτήτων του μοντέλου υπηρεσιών Azure IaaS το οποίο υποστηρίζει την ανάπτυξη εικονικών μηχανών σε Windows ή Linux στο κέντρο δεδομένων της Microsoft. Ο χρήστης έχει τον πλήρη έλεγχο στη διαμόρφωση της εικονικής μηχανής που περιλαμβάνει την εγκατάσταση του λογισμικού και την διαμόρφωση και συντήρηση κώδικα του λειτουργικού συστήματος. Η διαφορά με τις εφαρμογές ιστού είναι ότι διαχειρίζονται από την πλατφόρμα Azure ώστε ο χρήστης να ασχολείται μόνο με την δημιουργία της εφαρμογής και όχι την συντήρησή της. Στις εικονικές μηχανές ο χρήστης κάνει τόσο τη δημιουργία όσο και την συντήρηση. Μία εικονική μηχανή Azure υποστηρίζει δύο τύπους μόνιμων δίσκων: τα OS disks που είναι υποχρεωτικοί και τα data disks (δίσκοι δεδομένων) που είναι προαιρετικοί. Οι δίσκοι OS είναι εκεί όπου βρίσκεται το λειτουργικό σύστημα (Windows ή Linux) ενώ οι δίσκοι δεδομένων εκεί όπου βρίσκονται εφαρμογές ή πολυμέσα. Οι εικονικές μηχανές Azure έχουν ενσωματωμένους virtual hard disks (VHDs) που προσφέρουν διαρκή αποθήκευση. Υπάρχουν δύο τύποι VHDs: το Image που είναι ένα πρότυπο για την δημιουργία νέων εικονικών μηχανών χωρίς ρυθμίσεις όπως το όνομα και ο διαχειριστής της και το Disk (δίσκος) που περιλαμβάνει τους τύπους που προαναφέρθηκαν δηλαδή τα OS disks και τα data disks. Τα OS disks και data disks ανήκουν στους ανθεκτικούς δίσκους δηλαδή προσφέρουν υψηλή διαθεσιμότητα, διάρκεια και διάφορες άλλες επιλογές. [15]



Εικόνα 2.4.γ Τρόποι αποθήκευσης στις εικονικές μηχανές

Η επιλογή της εικόνας εικονικής μηχανής (virtual machine image) είναι το πιο σημαντικό βήμα κατά τη δημιουργία της. Η εικόνα εικονικής μηχανής είναι ένα πρότυπο που χρησιμοποιείται για να δημιουργηθεί η εικονική μηχανή, το οποίο θα περιλαμβάνει το λειτουργικό σύστημα, άλλο λογισμικό όπως εργαλεία ανάπτυξης και περιβάλλοντα φιλοξενίας ιστού και οποιαδήποτε εφαρμογή που μπορεί να υποστηριχθεί από υπολογιστή. Ο χρήστης μπορεί να δημιουργήσει την εικόνα της επιλογής του για να εξυπηρετεί τις ανάγκες του. [21] Όπως φαίνεται και από την παρακάτω εικόνα, η αρχιτεκτονική μίας εικονικής μηχανής για windows περιλαμβάνει ένα resource group στο οποίο θα περιέχεται η εικονική μηχανή και είναι υποχρεωτικό, έναν Azure Storage Account και το δίκτυο στο οποίο συνδέεται η εικονική μηχανή. Το Azure Storage Account θα περιέχει τους OS disks και τα data disks που αποθηκεύουν δεδομένα εφαρμογών. Οι δίσκοι OS μαζί με τα δεδομένα συνδέονται με managed disks, οι οποίοι απλοποιούν την διαχείριση αποθηκευτικών δίσκων αφού διαχειρίζονται την αποθήκευση αντί για τον χρήστη. Τα managed disks δεν χρειάζονται Storage Account αλλά κατά την δημιουργία τους ο χρήστης επιλέγει το μέγεθος και τον τύπο του δίσκου που θα χρησιμοποιεί η εικονική μηχανή. Το δίκτυο περιλαμβάνει ένα υποχρεωτικό εικονικό δίκτυο στο οποίο συνδέεται η εικονική μηχανή και μπορεί να περιλαμβάνει και άλλα υποδίκτυα, ένα network interface (NIC) που επιτρέπει την επικοινωνία με το εικονικό δίκτυο, μία δημόσια διεύθυνση IP ώστε ο χρήστης να επικοινωνεί με την εικονική μηχανή και τέλος ένα network security group (Ομάδα ασφαλείας δικτύου-NSG) που επιτρέπει ή αποτρέπει την κίνηση δικτύου στις εικονικές μηχανές. [37]



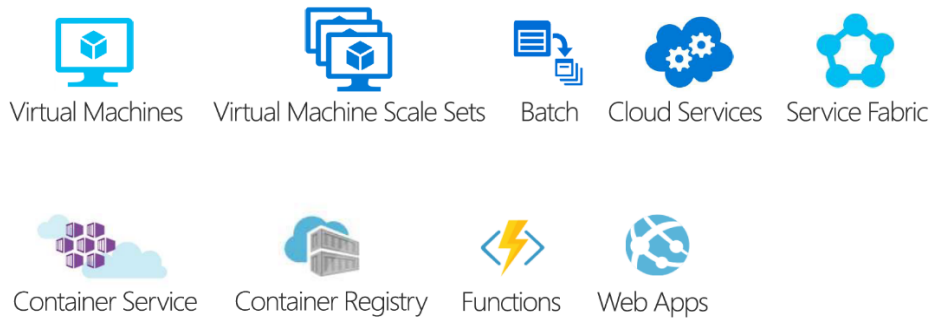
Εικόνα 2.4.δ Αρχιτεκτονική εικονικής μηχανής

Οι κύριες υπηρεσίες πληροφορικής που προσφέρει το Azure είναι οι Υπηρεσίες Εφαρμογών και οι εικονικές μηχανές όμως μερικές ακόμη σημαντικές υπηρεσίες που προσφέρει είναι: [15], [22]

- **Azure Functions.** Πρόκειται για μία λύση χωρίς διακομιστή (serverless solution) που επιτρέπει στο χρήστη να γράφει λιγότερο κώδικα, να συντηρεί την υποδομή του λιγότερο έτσι ώστε να έχει όσο λιγότερο κόστος γίνεται. Για αυτό το Azure Functions παρέχει όλους τους αναβαθμισμένους πόρους που χρειάζονται για τη λειτουργία των εφαρμογών.
- **Azure Service Fabrik.** Είναι μία πλατφόρμα που μπορεί να τρέξει οπουδήποτε ακόμη και εκτός του Azure, η οποία προσφέρει το περιβάλλον για cloud-scale λύσεις. Προσφέρει εύκολη ανάπτυξη και διαχείριση υψηλά επεκτάσιμων, διαθέσιμων και αξιόπιστων υπηρεσιών. Azure
- **Azure Batch.** Είναι μία υπηρεσία που δημιουργεί και διαχειρίζεται χιλιάδες εικονικές μηχανές, εγκαθιστά εφαρμογές και προγραμματίζει εργασίες σε αυτές χωρίς την παρέμβαση του χρήστη. Συνιστάται όταν ο χρήστης θέλει να δημιουργήσει υψηλά επεκτάσιμες, αποδοτικές εφαρμογές.
- **Azure Container Service.** Τα Containers είναι μία εναλλακτική λύση για τις εικονικές μηχανές. Επίσης είναι φορητά που σημαίνει ότι ο χρήστης μπορεί να τα αναπτύξει στον υπολογιστή του και μετά να τα μεταφέρει στο Cloud, απαιτούν μικρό χώρο αποθήκευσης και μπορούν να ξεκινήσουν και να σταματήσουν σε λίγα δευτερόλεπτα. Η υπηρεσία

Azure Container επιτρέπει στο χρήστη να αναπτύξει και να τρέξει εύκολα εφαρμογές ιστού με Containers.

- **Azure Kubernetes.** Παρέχει ευκολία στη δημιουργία, ρύθμιση και διαχείριση μίας συστάδας (cluster) εικονικών μηχανών που έχουν διαμορφωθεί για να τρέχουν σε containers. Επίσης μειώνει την πολυπλοκότητα, την λειτουργική επιβάρυνση της διαχείρισης των συστάδων, παράλληλα προσφέροντας συντήρηση και έλεγχο υγείας της συστάδας.



Εικόνα 2.4.ε Υπηρεσίες πληροφορικής Azure

B. Υπηρεσίες Δεδομένων

I. Αποθήκευση

Η Microsoft Azure χωρίζει την αποθήκευση σε δύο μέρη: στα Storage Accounts και στα Storage Services. Τα Storage Accounts χωρίζονται σε General-purpose Standard storage account, General-purpose Premium storage account, Blob storage account hot and cool access tiers. Όλα αυτά υποστηρίζουν συγκεκριμένες υπηρεσίες και τύπους blob όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα. [15]

Τύπος storage account	General-purpose Standard storage account	General-purpose Premium storage account	Blob storage account hot and cool access tiers
Υπηρεσίες που υποστηρίζονται	Blob, File, Table, Queue Services	Blob service	Blob service
Τύποι blob που υποστηρίζονται	Block blobs, page blobs, append blobs	Page blobs	Block blobs and append blobs

Πίνακας 2.3 Τύποι storage accounts και υπηρεσίες που υποστηρίζουν. [15]

Όπως φαίνεται και από τον παραπάνω πίνακα, υπάρχουν δύο τύποι General-purpose storage account: οι Standard που είναι οι πιο διαδεδομένοι και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για όλους τους τύπους δεδομένων blobs, για αρχεία, πίνακες και ουρές και οι Premium που παρέχουν υψηλή απόδοση αποθήκευσης για page blobs, ειδικότερα τα VHDs. Ο τύπος General-purpose Premium storage account χρησιμοποιεί έναν δίσκο SSD για την αποθήκευση δεδομένων και συνίσταται από την Microsoft ως το προτιμότερο μέσο αποθήκευσης για όλες τις εικονικές μηχανές. [15]






Το Blob storage account χρησιμοποιείται για την αποθήκευση και προσάρτηση των blob. Το hot tier χρησιμοποιείται για αρχεία που η πρόσβασή τους είναι συχνή, έχουν υψηλό κόστος αποθήκευσης blob αλλά χαμηλό κόστος πρόσβασης στα blob, ενώ το cool tier για αρχεία στα οποία γίνεται σπάνια πρόσβαση και προσφέρει αντίθετες υπηρεσίες από το hot tier. [15]

Οι υπηρεσίες αποθήκευσης (Storage service) περιλαμβάνουν τα Blob, File, Table και Queue storage. Η λέξη blob είναι ακρωνύμιο για το binary large object (δυαδικό μεγάλο αντικείμενο). Τα blobs είναι μεγάλα, μη δομημένα δεδομένα. Αυτά τα δεδομένα είναι αρχεία που ο χρήστης αποθηκεύει στις ηλεκτρονικές συσκευές του όπως εικόνες, βίντεο, έγγραφα ή ακόμη virtual hard drive (VHD) αρχεία για τις εικονικές μηχανές. Η υπηρεσία Azure blob δίνει στον χρήστη τη δυνατότητα να αποθηκεύσει δεδομένα και να έχει πρόσβαση σε αυτά χρησιμοποιώντας URLs και άλλες επιλογές. Για να έχει πρόσβαση στην υπηρεσία blob πρέπει να δημιουργήσει ένα storage account λογαριασμό, μετά τα containers (που λειτουργούν σαν τους φακέλους) και να τοποθετήσει μέσα τα blobs. [15]

Το File storage παρέχει στο χρήστη τη δυνατότητα να ρυθμίσει υψηλά διαθέσιμα κοινόχρηστα αρχεία δικτύου στα οποία μπορεί να έχει πρόσβαση με το πρωτόκολλο Standard Server Message Block (SMB). Αυτό σημαίνει ότι πολλές εικονικές μηχανές μπορούν να μοιράζονται τα ίδια αρχεία με πρόσβαση για ανάγνωση ή εγγραφή. Το ξεχωριστό με αυτή την υπηρεσία είναι ότι η πρόσβαση στα αρχεία μπορεί να γίνει από οπουδήποτε με ένα URL που να δείχνει στο αρχείο. Για να γίνει αυτό, ο χρήστης θα πρέπει να δώσει μία υπογραφή κοινής πρόσβασης (Shared Access Signature), η οποία εξηγείται παρακάτω. [15]

Το Table storage είναι ένα κλιμακούμενο NoSQL data store που επιτρέπει στο χρήστη να αποθηκεύει πολλά ημιδομημένα, μη συσχετιζόμενα δεδομένα. Δεν επιτρέπει στο χρήστη να κάνει ενώσεις (joins), να χρησιμοποιήσει ξένα κλειδιά ή να εκτελέσει stored procedures. Μία συχνή χρήση του είναι για διαγνωστικούς ελέγχους. Για να χρησιμοποιήσει το table storage, ο χρήστης πρέπει να δημιουργήσει ένα storage account, μετά τον πίνακα και να τον γεμίσει με δεδομένα. Οι πίνακες μπορούν να διαχειρίζονται με το storage client library αλλά υποστηρίζουν επίσης και τα REST APIs ώστε να έχει πρόσβαση στους πίνακες με ένα URL. [15]

Το Queue storage είναι μία υπηρεσία που χρησιμοποιείται για αποθήκευση και ανάκτηση μηνυμάτων σύμφωνα με τη μέθοδο FIFO (First-in, first-out) των ουρών. [15]

 Blob	 Table	 Queue	 Files	 Disk
Unstructured	Semi-structured	Queue	Files share	Premium High I/O
Large	Flexible scheme	Reliable	SMB	VM disks
Page/Block	Small messages	MSMQ		

Εικόνα 2.4.ζ Τύποι storage account

II. Βάσεις Δεδομένων

Η Azure προσφέρει έναν ακόμη αρκετά σημαντικό τρόπο αποθήκευσης δεδομένων τη βάση δεδομένων SQL του Azure (Azure SQL Database) που μοιάζει με το Microsoft SQL Server. Η Azure SQL Database αποθηκεύει τα δεδομένα με τον τρόπο που κάνουν όλες οι σχεσιακές βάσεις δεδομένων δηλαδή με πίνακες που έχουν γραμμές και στήλες. Έχει πολλά πλεονεκτήματα όπως ελαστική επέκταση, προβλέψιμη απόδοση, σχεδόν καθόλου συντήρηση, πολλά εργαλεία και υποστηρίζει αρκετές γλώσσες προγραμματισμού. Ο χρήστης δεν χρειάζεται να ασχολείται με τις φυσικές υποχρεώσεις διαχείρισης ενός διακομιστή αλλά με την διαχείριση της βάση δεδομένων ως υπηρεσία. Υπάρχουν δύο μοντέλα Azure SQL Database, τα elastic database pools και οι single databases. Το πρώτο μοντέλο αφορά την διαχείριση πολλών βάσεων δεδομένων ενώ το δεύτερο την διαχείριση λιγότερων. [15]



Εικόνα 2.4.στ Λογότυπο Microsoft Azure SQL Database

Μαζί με την Azure SQL Database, η Microsoft Azure προσφέρει και άλλες λύσεις για την αποθήκευση σε σχεσιακές βάσεις δεδομένων όπως τις Azure Database για MySQL, Azure Database για PostgreSQL, Azure Database για MariaDB. Η Azure Database για MySQL είναι μία πλήρως διαχειρίσιμη σχεσιακή βάση δεδομένων σύμφωνα με το μοντέλο υπηρεσιών DaaS, η οποία μπορεί να διαχειριστεί σημαντικά φορτία εργασίας με προβλέψιμη απόδοση και δυναμική επέκταση. Η Azure Database για PostgreSQL είναι μία πλήρως διαχειρίσιμη παρουσία βάσης δεδομένων η οποία έχει βασιστεί στην μηχανή βάσης δεδομένων ανοικτού κώδικα PostgreSQL και υποστηρίζει αρκετές από τις νέες εκδόσεις του. Προσφέρει υψηλή απόδοση και επέκταση, αυξημένη ασφάλεια, ευελιξία και συμβατότητα με πολλές εφαρμογές. Η βάση δεδομένων Azure για MariaDB είναι επίσης μία σχεσιακή βάση δεδομένων βασισμένη στη μηχανή διακομιστή ανοικτού κώδικα MariaDB και έχει τα ίδια χαρακτηριστικά με το Azure Database για MySQL. [22]

Οι προηγούμενες βάσεις δεδομένων ονομάζονται σχεσιακές δηλαδή τα δεδομένα αποθηκεύονται στο Σύστημα Διαχείρισης Σχεσιακών Βάσεων Δεδομένων (Relational Database Management System-RDBMS). Υπάρχει όμως ένας ακόμη τρόπος αποθήκευσης και οργάνωσης δεδομένων που δεν είναι σχεσιακός αφού τα δεδομένα αποθηκεύονται σε μία δομή όπως ένα αρχείο JSON και ονομάζεται NoSQL Database ή αλλιώς «non-SQL». Η NoSQL Database είναι ένας τύπος κατακευματισμένης βάσης δεδομένων, δηλαδή η πληροφορία αντιγράφεται και αποθηκεύεται σε πολλούς, απομακρυσμένους ή τοπικούς, ενισχύοντας την διαθεσιμότητα και αξιοπιστία των δεδομένων. Ακόμη, είναι μία αρκετά δημοφιλής και μοντέρνα λύση για πολλές εταιρείες αφού προσφέρει καλύτερη απόδοση, μεγαλύτερη ταχύτητα, αυξημένη κλιμάκωση, η οποία μπορεί να ανταποκριθεί επάξια στην ραγδαία ανάπτυξη του Cloud, των εφαρμογών και των δεδομένων. [31] Η Microsoft Azure προσφέρει την δική της υπηρεσία NoSQL το Azure Cosmos DB με χαρακτηριστικά την υψηλή διαθεσιμότητα και ταχύτητα, ανοικτά APIs για MongoDB, .NET, Java, Node.js, Python, ευελιξία και αξιοπιστία. [22]

Μία ακόμη υπηρεσία για αποθήκευση δεδομένων σε ένα data store μνήμης (in-memory data store) είναι το Azure Cache για Redis, βασισμένο στο λογισμικό Redis. Το Azure Cache for Redis βελτιώνει την απόδοση και επεκτασιμότητα μίας εφαρμογής που χρησιμοποιεί backend data stores, επεξεργάζεται μεγάλους όγκους αιτημάτων των εφαρμογών και μειώνει την καθυστέρηση δικτύου. Όσον αφορά τη μετανάστευση βάσεων δεδομένων, η Microsoft Azure προσφέρει την υπηρεσία Azure Database Migration όπου ο χρήστης μπορεί εύκολα να μεταναστεύσει τα δεδομένα του σε άλλες βάσεις δεδομένων στο Cloud. [34]

Γ. Υπηρεσίες Εφαρμογών και Ασφάλεια

I. Υπηρεσίες Εφαρμογών

Οι Υπηρεσίες Εφαρμογών περιλαμβάνουν υπηρεσίες που βοηθούν στην δημιουργία και λειτουργία διάφορων εφαρμογών. Μία από αυτές τις υπηρεσίες είναι το Azure Active Directory (Azure AD). Το Azure Active Directory είναι ένας ισχυρός, ασφαλής, πολυλειτουργικός κατάλογος (directory) που παρέχει διαχείριση ταυτότητας και πρόσβασης στο Cloud. Βοηθά τον χρήστη να έχει πρόσβαση σε εξωτερικούς ή εσωτερικούς πόρους δηλαδή σε εφαρμογές που βρίσκονται στο εταιρικό δίκτυο και intranet, μαζί με οποιεσδήποτε εφαρμογές Cloud που αναπτύσσονται από την επιχείρηση. [24] Χρησιμοποιείται από πολλές υπηρεσίες Cloud της Microsoft που αποτελούν και παραδείγματα εξωτερικών πόρων, όπως το Microsoft Office 365 και φυσικά την Microsoft Azure. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει τις πληροφορίες που θα έχουν πρόσβαση άλλοι χρήστες ή εφαρμογές και ποιοι μπορούν να τις χρησιμοποιήσουν. Το Azure Active Directory δεν χρησιμοποιείται μόνο στο Cloud ή σε λύσεις που φιλοξενούνται στη πλατφόρμα Azure. Μπορεί να επίσης να χρησιμοποιηθεί σε λύσεις εσωτερικής εγκατάστασης (on-premises solutions) όπου είναι προσβάσιμο μέσω μοντέρνων REST APIs. Με αυτό τον τρόπο, μπορούν πολλές εφαρμογές να έχουν πρόσβαση σε αυτό. Επίσης, προσφέρει πολλά χαρακτηριστικά που βοηθούν τις επιχειρήσεις να παρέχουν ασφάλεια στις εφαρμογές Cloud. Μερικά από αυτά είναι το Azure AD B2C (business to consumer), το Azure AD B2B (business to business), το Azure AD Connect Health και το Azure AD Identity Protection. [15]

Υπάρχουν τρία επίπεδα Azure Active Directory που μπορεί να χρησιμοποιήσει ο χρήστης, τα οποία είναι το Ελεύθερο, το Βασικό και το Premium. Το Ελεύθερο επίπεδο (Free tier) παρέχει την δυνατότητα διαχείρισης χρηστών και την πρόσβαση σε εφαρμογές επιπέδου SaaS του Azure AD. Το Βασικό (Basic Tier) παρέχει όλα τα χαρακτηριστικά του Ελεύθερου μαζί με την επαναφορά κωδικών πρόσβασης, την πρόσβαση σε εφαρμογές που βασίζονται σε group και άλλα. Και τέλος, το Premium που παρέχει όλα τα χαρακτηριστικά του Ελεύθερου και του Βασικού επιπέδου, μαζί με τη διαχείριση των self-service group, προηγμένες αναφορές ασφαλείας και ειδοποιήσεις, έλεγχο ταυτότητας πολλαπλών παραγόντων και άλλα. [15]

II. Ασφάλεια

Στην προηγούμενη ενότητα έγινε αναφορά στην αποθήκευση και τις βάσεις δεδομένων. Η ασφάλεια αυτών των δύο είναι το πρώτο και πιο σημαντικό βήμα που θα πρέπει να σκεφτεί ο χρήστης πριν ακόμη διαλέξει τον τύπο storage account ή την βάση δεδομένων που θέλει. Η Azure προσφέρει αρκετές υπηρεσίες ασφαλείας ώστε να δημιουργήσει ασφαλείς εφαρμογές. Ορισμένα από αυτές είναι: [15]

- **Azure Web Application Firewall (Τοίχος προστασίας εφαρμογών ιστού Azure).** Προσφέρει προστασία για συγκεκριμένες εφαρμογές ιστού ενάντια σε επιθέσεις εκμετάλλευσης πόρων και ευπάθειας.
- **Azure Key Vault.** Βοηθά στην απόκρυψη κρυπτογραφικών κλειδιών και μυστικών που χρησιμοποιούν οι εφαρμογές και υπηρεσίες Azure. Ο χρήστης μπορεί να αποθηκεύσει τα κλειδιά storage account στο key vault και να παραχωρήσει πρόσβαση σε αυτό σε άλλους χρήστες, group ή εφαρμογές.

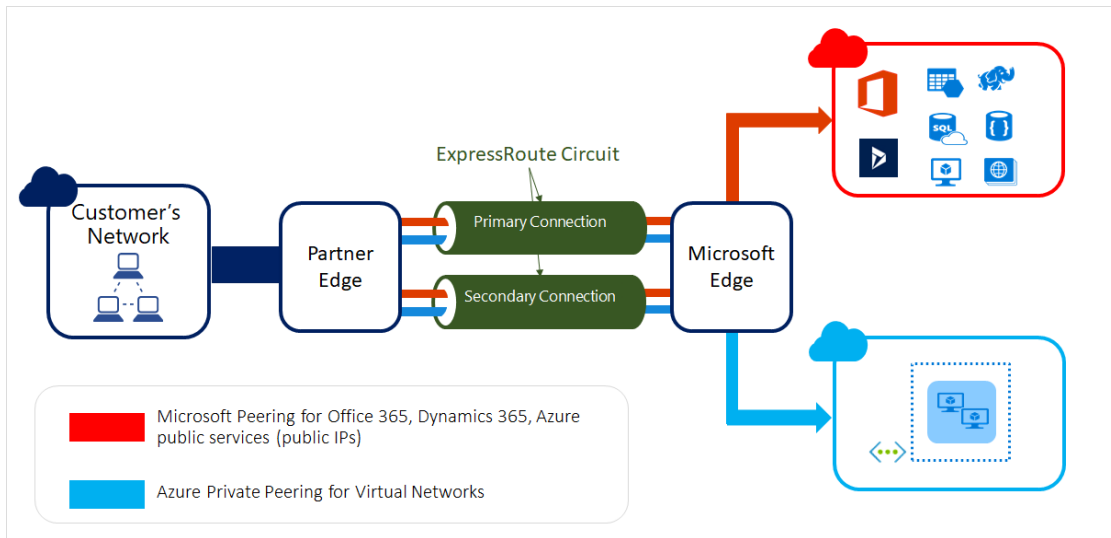
- **Shared Access Signature (Υπογραφή Κοινής Πρόσβασης -SAS).** Είναι ένα αλφαριθμητικό που περιέχει ένα token ασφαλείας που μπορεί να συνδεθεί με το URI ενός στοιχείου το οποίο επιτρέπει στο χρήστη να αναθέσει πρόσβαση σε συγκεκριμένα αντικείμενα αποθήκευσης και να προσδιορίσει περιορισμούς όπως άδειες ή εύρος ημερομηνιών/ώρας πρόσβασης.
- **Azure Security Center.** Προσφέρει προστασία για εργασίες που τρέχουν στην Azure, στις εγκαταστάσεις τις επιχείρησης και σε άλλες πλατφόρμες Cloud. Ακόμη, παρέχει προστασία σε διαδικτυακές επιθέσεις χρησιμοποιώντας την υπηρεσία απειλών της Microsoft βοηθώντας την υλοποίηση της ασφάλειας γρηγορότερα με ενσωματωμένους ελέγχους. Ο χρήστης μπορεί να ελέγχει τις εικονικές μηχανές του, τα εικονικά δίκτυα και τις υπηρεσίες μέσα από τις αξιολογήσεις ασφαλείας που δημιουργεί αυτόματα το Security Center ή να δημιουργήσει δικές του. [35]
- **Azure Monitor.** Αυξάνει την διαθεσιμότητα και απόδοση των εφαρμογών.
- **Azure Distributed Denial of Service (Κατανεμημένη Άρνηση Υπηρεσιών-DDoS).** Το Distributed Denial of Service είναι μία επίθεση στο Cloud με σκοπό την εξάντληση των πόρων ώστε η εφαρμογή να μην είναι πλέον διαθέσιμη στους χρήστες. Η Microsoft Azure προσφέρει το Azure DDoS Protection Standard σε συνδυασμό με τον σχεδιασμό της εφαρμογής, ώστε ο χρήστης να μπορεί να προστατευτεί από αυτές τις επιθέσεις. Ενεργοποιείτε σε κάθε νέο ή υπάρχων εικονικό δίκτυο χωρίς να γίνουν αλλαγές στις εφαρμογές ή του πόρους. [24]

Δ. Υπηρεσίες Δικτύου

Μία από τις υπηρεσίες δικτύου που προσφέρει η Microsoft Azure είναι τα εικονικά δίκτυα (Virtual Networks -VNETs). Τα εικονικά δίκτυα χρησιμοποιούνται για να προσφέρουν ιδιωτική σύνδεση στις εικονικές μηχανές και σε άλλες υπηρεσίες ώστε να επικοινωνούν μεταξύ τους, με το Διαδίκτυο και με τα δίκτυα που βρίσκονται στις εσωτερικές εγκαταστάσεις της επιχείρησης. Είναι παρόμοια με τα παραδοσιακά δίκτυα όμως έχουν επιπλέον πλεονεκτήματα όπως επεκτασιμότητα, διαθεσιμότητα και απομόνωση. Όσες εικονικές μηχανές και υπηρεσίες ανήκουν στο ίδιο εικονικό δίκτυο μπορούν να επικοινωνούν μεταξύ τους. Προεπιλεγμένα, οι υπηρεσίες εκτός του εικονικού δικτύου δεν μπορούν να συνδεθούν με αυτές που βρίσκονται εντός, όμως ο χρήστης μπορεί να αλλάξει τις ρυθμίσεις του ώστε να δέχεται πρόσβαση από εξωτερικές υπηρεσίες. Ένα παράδειγμα λειτουργίας των εικονικών δικτύων είναι το εξής: Ας υποθέσουμε ότι ο χρήστης έχει μία frontend εφαρμογή ιστού που τρέχει σε μία εικονική μηχανή αλλά χρησιμοποιεί μία backend βάση δεδομένων που τρέχει σε μία διαφορετική. Για να συνδέσει την εφαρμογή με την βάση δεδομένων, ο χρήστης μπορεί να βάλει την βάση δεδομένων στο ίδιο εικονικό δίκτυο με την εφαρμογή, ώστε να μπορεί να χρησιμοποιήσει την backend βάση δεδομένων χωρίς να είναι προσβάσιμη από το Διαδίκτυο.

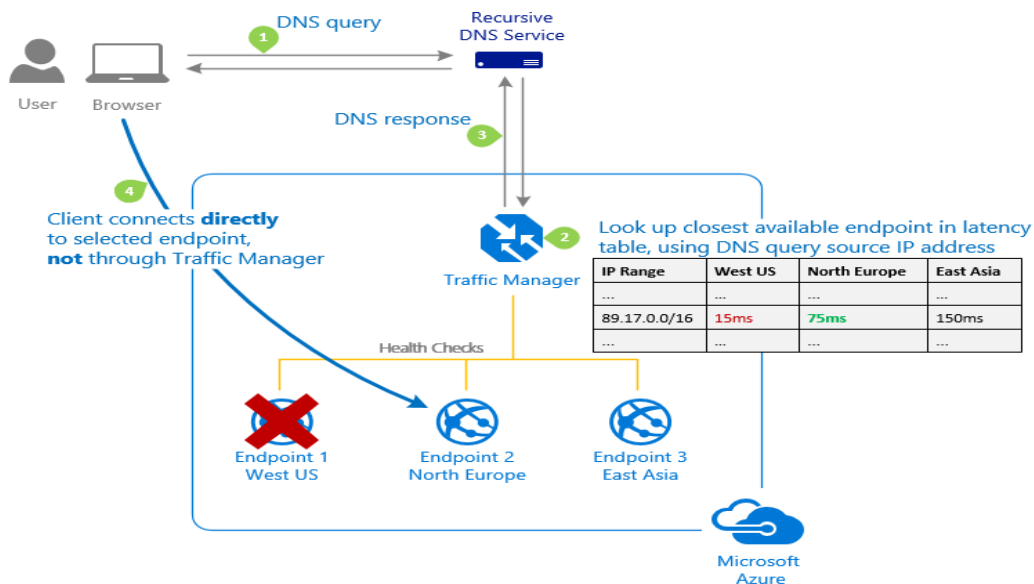
Ένα από τα χαρακτηριστικά των εικονικών δικτύων είναι οι πύλες εικονικών δικτύων (Virtual Network Gateways). Μία πύλη εικονικού δικτύου είναι μία πλήρως διαχειριζόμενη υπηρεσία που χρησιμοποιείται για cross-premises συνδεσιμότητα. Μπορεί να προστεθεί στο εικονικό δίκτυο, δίνοντας στο χρήστη τη δυνατότητα ανάπτυξης υβριδικών cloud εφαρμογών που είναι συνδεδεμένες με ασφάλεια στο κέντρο δεδομένων μίας επιχείρησης. Στις υπηρεσίες δικτύου ανήκουν επίσης οι ομάδες ασφαλείας δικτύου (Network Security Groups-NSGs) οι οποίες παράσχουν μία ευέλικτη μέθοδο καθορισμού κανόνων πρόσβασης που επιτρέπουν την κίνηση μέσα και έξω από μία εικονική μηχανή ή εικονικό δίκτυο ή ακόμη ένα υποδίκτυό του. Η ανάγκη δημιουργίας των ομάδων ασφαλείας δικτύου προέκυψε από την ανάγκη προστασίας των εικονικών μηχανών. Όταν ο χρήστης δημιουργεί μία εικονική μηχανή η Azure ζητά να δημιουργήσει μία τέτοια ομάδα, χωρίς η δημιουργία της να είναι υποχρεωτική. Αν όμως η εικονική μηχανή έχει μία δημόσια διεύθυνση IP και φιλοξενείται στο διαδίκτυο, τότε γίνεται επιρρεπής σε επιθέσεις χωρίς να υπάρχει τίποτα που να μπορεί να την προστατεύσει από αυτές. [15] Στις υπηρεσίες δικτύου ανήκουν ακόμη οι παρακάτω υπηρεσίες:

- **Azure Load Balancer.** Το Azure Load Balancer καταναίμει εισερχόμενες ροές που φθάνουν στο frontend του load balancer με τις backend παρουσίες. Οι backend παρουσίες μπορεί να είναι εικονικές μηχανές ή παρουσίες σε ένα σύνολο επέκτασης εικονικής μηχανής. [25]
- **Azure VPN Gateway.** Είναι ένας τύπος πύλης εικονικού δικτύου, ο οποίος χρησιμοποιείται για την αποστολή κρυπτογραφημένων καθυστερήσεων δικτύου ανάμεσα σε ένα εικονικό δίκτυο Azure και μίας τοποθεσίας εσωτερικής εγκατάστασης μέσω του δημόσιου Διαδικτύου ή του δικτύου Microsoft. Κάθε εικονικό δίκτυο μπορεί να έχει μόνο μία πύλη VPN αλλά μία πύλη VPN μπορεί να έχει πολλές συνδέσεις. [26]
- **Azure DNS.** Υπηρεσία φιλοξενίας των DNS Domains, η οποία παρέχει ανάλυση ονομάτων χρησιμοποιώντας την υποδομή της Azure. Είναι βασισμένο στο Resource Manager και έχει χαρακτηριστικά ασφαλείας όπως το RBAC και το logs resource locking όπου κλειδώνει μία συνδρομή, πόρο ή resource group και έτσι δεν διαγράφονται πόροι από τρίτους. Ο χρήστης μπορεί να διαχειριστεί τα αρχεία DNS με τις ίδιες πιστοποιήσεις, APIs, εργαλεία και χρέωση όπως με τις υπόλοιπες υπηρεσίες. Τα DNS Domains που δημιουργεί φιλοξενούνται στο παγκόσμιο δίκτυο των DNS name servers της Azure. [27]
- **Azure ExpressRoute.** Επιτρέπει στο χρήστη να επεκτείνει τα δίκτυα εσωτερικής εγκατάστασης στο Microsoft Cloud με μία ιδιωτική σύνδεση με την βοήθεια ενός παρόχου σύνδεσης. Οι συνδέσεις του ExpressRoute δεν επεκτείνονται στο δημόσιο διαδίκτυο έτσι έχουν αξιοπιστία, γρήγορες ταχύτητες, συνεπείς καθυστερήσεις δικτύου και υψηλότερη ασφάλεια. [28]



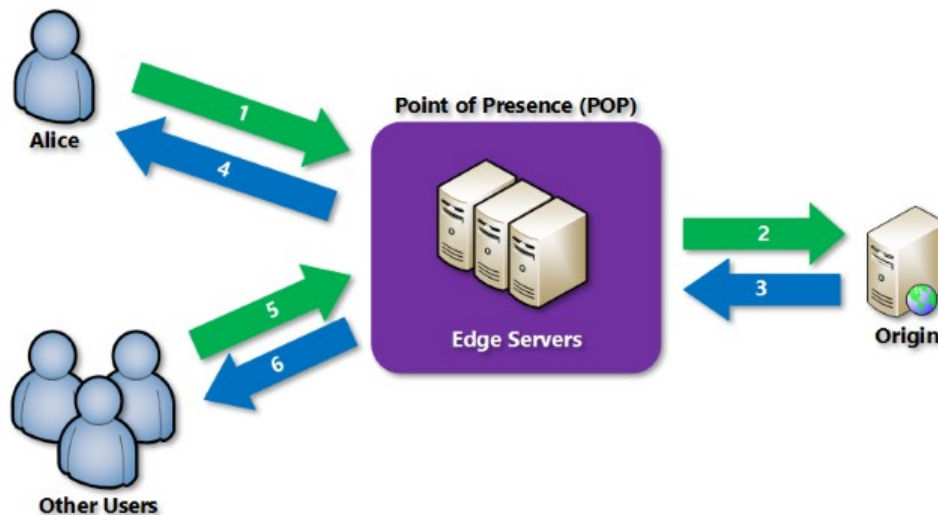
Εικόνα 2.4.η Διαχείριση ExpressRoute

- Azure Traffic Manager (Διαχειριστής κίνησης Azure).** Είναι ένας load balancer κίνησης ανθεκτικός στην αποτυχία με βάση το DNS. Αυτή η υπηρεσία επιτρέπει στο χρήστη να καταναίμει την κίνηση δικτύου στις δημόσιες εφαρμογές του σε όλες τις καθολικές περιοχές Azure. Επίσης, παρέχει δημόσια endpoints με υψηλή διαθεσιμότητα και γρήγορη απόκριση. Χρησιμοποιεί το DNS για να κατευθύνει τα αιτήματα του πελάτη στην κατάλληλη υπηρεσία με βάση την μέθοδο traffic-routing παρέχοντας παράλληλα έλεγχο υγείας για κάθε endpoint. Τα endpoints μπορεί να είναι υπηρεσίες εφαρμογών εντός ή εκτός της Azure. [29]



Εικόνα 2.4.θ Λειτουργία Azure Traffic Manager

- Δίκτυο Παράδοσης Περιεχομένου Azure (Azure Content Delivery Network -CDN).**
 Πρόκειται για ένα καταμεμημένο δίκτυο διακομιστών το οποίο μπορεί αποδοτικά να παραδώσει περιεχόμενο ιστού στους χρήστες. Αποθηκεύει το περιεχόμενο των edge servers σε τοποθεσίες point-of-presence (POP) που βρίσκονται κοντά στους χρήστες, ώστε να ελαττώσει την καθυστέρηση δικτύου. Τα πλεονεκτήματά του είναι καλύτερη επίδοση και βελτιωμένη εμπειρία χρηστών, μεγαλύτερη κλιμάκωση, κατανομή αιτημάτων χρηστών και παράδοση περιεχομένου απευθείας από τους edge servers ώστε ο αρχικός διακομιστής να αντιμετωπίζει λιγότερη κίνηση. [30]



Εικόνα 2.4.1 Azure Content Delivery Network

Κεφάλαιο 3. Σύγκριση

Στο προηγούμενο κεφάλαιο έγινε αναφορά στις πλατφόρμες Cloud computing Amazon AWS και Microsoft Azure καθώς και ανάλυση των υπηρεσιών τους. Σε αυτό το κεφάλαιο θα γίνει η σύγκριση ώστε ο αναγνώστης να έχει μία ολοκληρωμένη γνώση για τις ομοιότητες και τις διαφορές τους στις υπηρεσίες που προσφέρουν. Η κύρια σύγκριση θα γίνει πάνω σε τέσσερις υπηρεσίες που έχουν αναφερθεί στο προηγούμενο κεφαλαίο. Αυτές είναι οι υπηρεσίες πληροφορικής, οι βάσεις δεδομένων, η αποθήκευση, η ασφάλεια και οι υπηρεσίες δικτύων. Αναφέρεται επίσης η σύγκριση στον έλεγχο εφαρμογών, στη διαχείριση λογαριασμού και πόρων, στην αυθεντικοποίηση και εξουσιοδότηση χρηστών.

A. Υπηρεσίες πληροφορικής

Υπηρεσίες Πληροφορικής	Σύγκριση υπηρεσιών πληροφορικής	
	Amazon AWS	Microsoft Azure
IaaS	Amazon Elastic Compute Cloud (EC2) Instances	Azure Virtual Machines
PaaS	Amazon Lightsail	Azure App Services
Serverless	AWS Lambda	Azure Functions
Containers	Amazon Elastic Container Service (ECS), AWS Fargate	Azure Container Instances
Container Orchestration	Amazon Elastic Kubernetes Service (EKS)	Azure Kubernetes Service (AKS)
Batch	AWS Batch	Azure Batch

Πίνακας 3.1 Σύγκριση υπηρεσιών πληροφορικής [32]

B. Βάσεις Δεδομένων

Βάσεις Δεδομένων	Σύγκριση βάσεων δεδομένων	
	Amazon AWS	Microsoft Azure
Αποθήκευση	Amazon EBS, Amazon Instance Store, Amazon S3	Azure Storage Account, Storage Services
Σχεσιακή βάση δεδομένων	Amazon RDS, Amazon Aurora	Azure SQL Database, Azure MySQL, Azure PostgreSQL, Azure Database for MariaDB
Serverless σχεσιακή βάση δεδομένων	Amazon Aurora Serverless	Azure SQL Database Serverless
NoSQL/Document	Amazon DynamoDB, Amazon Document DB	Azure Cosmos DB
Caching	Amazon ElastiCache	Azure Cache for Redis
In-memory Database	Amazon MemoryDB	Azure SQL Database
Migration	AWS Application Migration Service, AWS Database Migration Service	Azure DB Migration

Πίνακας 3.2 Σύγκριση βάσεων δεδομένων [32]

Γ. Έλεγχος Εφαρμογών

Έλεγχος Εφαρμογών	Σύγκριση υπηρεσιών ελέγχου εφαρμογών	
	Amazon AWS	Microsoft Azure
Διαχείριση εφαρμογών	AWS CloudWatch	Azure Monitor
Εργαλεία για προγραμματιστές	AWS Developer Tools	Azure Developer Tools
Command Line Interface	AWS CLI	Azure CLI, Azure PowerShell
Cloud Shell	AWS CloudShell	Azure Cloud Shell

Πίνακας 3.3 Σύγκριση υπηρεσιών ελέγχου εφαρμογών [33]

Δ. Αποθήκευση

Αποθήκευση	Σύγκριση αποθήκευσης	
	Amazon AWS	Microsoft Azure
Virtual Server Disks	Amazon Elastic Block Store (EBS)	Managed disks
Shared Files	Amazon Elastic File System	Files
Backup	Backup	Backup
Bulk data transfer	Import/Export Disk	Import/Export
Object Storage	AWS Simple Storage Services (S3)	Blob storage

Πίνακας 3.4 Σύγκριση αποθήκευσης [33]

Ε. Διαχείριση

Σύγκριση υπηρεσιών διαχείρισης λογαριασμού και υπηρεσιών	
Amazon AWS	Microsoft Azure
AWS Organizations	Azure Management Groups
AWS Management Console	Azure Portal
AWS CloudWatch	Azure Application Insights
AWS Resource Groups and Tag Editor	Azure Resource Groups and Tags

Πίνακας 3.5 Σύγκριση Διαχείρισης λογαριασμού και υπηρεσιών [33]

Z. Αυθεντικοποίηση και εξουσιοδότηση

Σύγκριση αυθεντικοποίησης και εξουσιοδότησης	
Amazon AWS	Microsoft Azure
Identity and Access Management (IAM)	Azure Active Directory, Azure RBAC
Multi-Factor Αυθεντικοποίηση	Azure Active Directory
AWS Organizations	Azure Management Groups, Azure RBAC

Πίνακας 3.6 Σύγκριση αυθεντικοποίησης και εξουσιοδότησης [33]

ΣΤ. Ασφάλεια

Ασφάλεια	Σύγκριση υπηρεσιών ασφαλείας	
	Amazon AWS	Microsoft Azure
Έλεγχος Ταυτότητας και Εξουσιοδότηση	AWS Identity and Access Management	Azure Active Directory
Κρυπτογράφηση	AWS Key Management, AWS CloudHSM, AWS Secrets Manager	Azure Key Vault
Τοίχος Προστασίας	AWS WAF	Azure Web Application Firewall
Ασφάλεια Cloud	Amazon Guard Duty	Azure Security Center
Διαχείριση εργαλείων Cloud	AWS Management Console, AWS CLI	Azure Portal, Azure PowerShell, Azure Cloud Shell, Azure CLI
Έλεγχος	AWS CloudWatch, AWS CloudTrail, AWS Trusted Advisor	Azure Monitor
Ασφάλεια Εικονικών Δικτύων	AWS Shield, AWS WAF	Azure DDoS Protection Standard

Πίνακας 3.7 Σύγκριση υπηρεσιών ασφαλείας [32]

H. Υπηρεσίες Δικτύου (Network Services)

Υπηρεσίες Δικτύου	Σύγκριση υπηρεσιών δικτύου	
	Amazon AWS	Microsoft Azure
Εικονικά Δίκτυα (Virtual Networks – VNets)	Amazon Virtual Private Cloud (VPC)	Azure Virtual Network

Content Delivery Network (CDN)	Amazon CloudFront	Azure CDN
Διαχείριση DNS	Amazon Route 53	Azure DNS
Cross-Premises συνδεσιμότητα	AWS VPN Gateway	Azure VPN Gateway
Dedicated Network	AWS Direct Connect	Azure Express Route
Private link	AWS PrivateLink	Azure Private Link
Διαχείριση κίνησης με βάση το DNS	Amazon Route 53, Amazon Traffic Flow	Azure Traffic Manager
Load Balancing	Amazon Elastic Load Balancing	Azure Load Balancer

Πίνακας 3.8 Σύγκριση υπηρεσιών δικτύου [32]

Κεφάλαιο 4. Πρακτικό μέρος

Ακολουθεί το πρακτικό μέρος της εργασίας όπου παρουσιάζονται πέντε ασκήσεις ως παραδείγματα των υπηρεσιών που προσφέρουν οι δύο τεχνολογικές εταιρείες που αναλύθηκαν και συγκρίθηκαν στην εργασία. Οι ασκήσεις είναι βασισμένες στα παραδείγματα εφαρμογών που υπάρχουν στις ιστοσελίδες των εταιρειών και όλες οι εικόνες είναι δικές μου. Ο κώδικας των ασκήσεων 1 και 4 βρίσκεται στην προσωπική μου σελίδα στο GitHub <https://github.com/Lena341/>

Άσκηση 1. Microsoft Azure App Service

Η πρώτη άσκηση είναι μία εφαρμογή ιστού που προορίζεται για χρήση από τους φοιτητές του πανεπιστημίου Contoso. Είναι ένα σύστημα διαχείρισης φοιτητών, μαθημάτων και κατευθύνσεων στο οποίο ο χρήστης μπορεί να δημιουργήσει, να εμφανίσει, να ενημερώσει και να διαγράψει φοιτητές, μαθήματα και κατευθύνσεις. Βασίζεται στο πρώτο, δεύτερο, τρίτο και πέμπτο μέρος της εφαρμογής [Razor Pages with Entity Framework Core in ASP.NET Core - Tutorial 1 of 8 | Microsoft Docs](#) όμως οι κλάσεις που χρησιμοποιούνται είναι δικές μου. Χρησιμοποιεί υπηρεσίες τις πλατφόρμας Azure και συγκεκριμένα τις Azure App Service, Azure SQL Database και Azure Server. Έχει δημοσιευθεί στην πλατφόρμα Azure ως υπηρεσία εφαρμογών (app service) από το Visual Studio. Για την δημιουργία της υπηρεσίας ορίστηκαν η συνδρομή, το resource group, η περιοχή του κέντρου δεδομένων, το όνομα της εφαρμογής και το πλάνο υποστήριξης. Όλα αυτά φαίνονται στην εικόνα 1.2. Επειδή είναι μία εφαρμογή που εκτελεί λειτουργίες CRUD (create, read, update, delete) σε τρεις διαφορετικές βάσεις δεδομένων, δημιουργήθηκε μία κοινή βάση δεδομένων Azure SQL Database και ένας διακομιστής Azure Server στον οποίο βρίσκεται η βάση δεδομένων. Για να γίνει η σύνδεση με τη βάση δεδομένων χρησιμοποιήθηκε η αυθεντικοποίηση με SQL με το ADO.NET και δημιουργήθηκε ένα connection string που υπάρχει στο αρχείο appsettings.json ενώ στο Visual Studio έγινε η απαραίτητη σύνδεση με τον διακομιστή universityappserver στο SQL Server Object Explorer. Στη συνέχεια, έγινε η δημοσίευση ως υπηρεσία εφαρμογών στην Azure. Η υλοποίηση της εφαρμογής έγινε με ASP.NET Core Razor Pages με Entity Framework Core (EF Core). Οι σελίδες Razor επιλέχθηκαν αντί του MVC επειδή προσφέρουν μία εύκολη και πιο παραγωγική λύση για την δημιουργία εφαρμογών ιστού και προτείνονται από την Microsoft για νέους προγραμματιστές που δεν έχουν εμπειρία στη δημιουργία τέτοιων εφαρμογών ιστού. Το EF Core είναι ένας object relational mapper (O/RM) που επιτρέπει την πρόσβαση στα δεδομένα μέσω μοντέλων. Ουσιαστικά, ο προγραμματιστής δημιουργεί κλάσεις-μοντέλα μέσω scaffolding και το EF Core δημιουργεί την βάση δεδομένων. Οι κλάσεις-μοντέλα ορίζουν ιδιότητες δεδομένων που αποθηκεύονται στη βάση δεδομένων. Παράδειγμα κλάσης-μοντέλου αποτελεί ο κώδικας που φαίνεται στην εικόνα 1.1. Προκειμένου ο φοιτητής να ενημερώνεται για λάθη όταν

συμπληρώνει τις τρεις φόρμες, στις κλάσεις-μοντέλα υπάρχουν validations όπου έχουν προστεθεί στον κώδικα πάνω από τις ιδιότητες.

```
using System.ComponentModel.DataAnnotations;

namespace ContosoUniversity.Models
{
    public class Student
    {
        [Key]
        public int ID { get; set; }

        [Display(Name = "Last Name")]
        [Required]
        [StringLength(100, MinimumLength = 3)]
        public string LastName { get; set; }

        [Display(Name = "First Name")]
        [Required]
        [StringLength(100, MinimumLength = 3)]
        public string FirstMidName { get; set; }

        [Display(Name = "Student ID")]
        [Required]
        public int StudentIdent { get; set; }

        [Display(Name = "Semester")]
        [Required]
        public int Semester { get; set; }

        public ICollection<Course> Courses { get; set; }
        public ICollection<Direction> Directions { get; set; }
    }
}
```

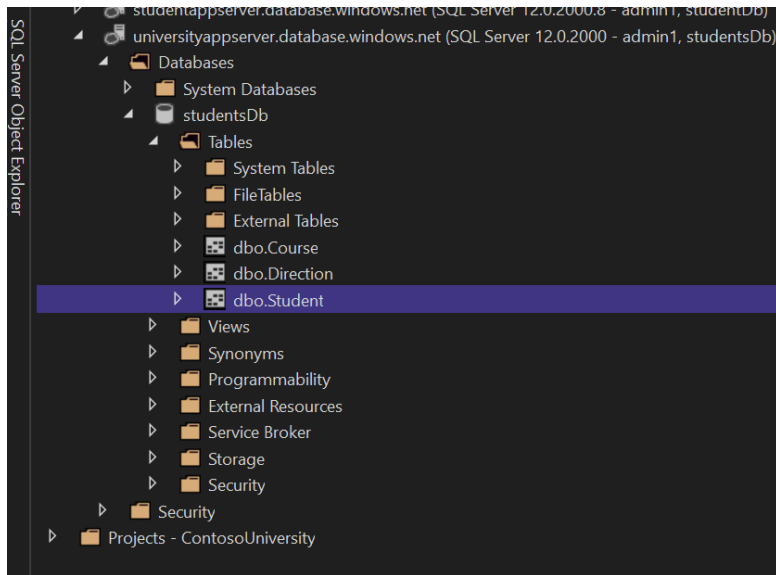
Εικόνα 1.1 Student Model Class

The screenshot shows the configuration page for an App Service in the Azure portal. On the left, under 'Essentials', the resource group is 'mynewgroup', status is 'Running', location is 'Germany West Central', and subscription is 'Azure for Students'. On the right, under 'JSON View', the URL is 'https://universityapplication9.azurewebsites.net', health check is 'Not Configured', and the app service plan is 'ASP-mynewgroup-aed5 (F1: Free)'. FTP and FTPS hostnames are also listed but partially redacted.

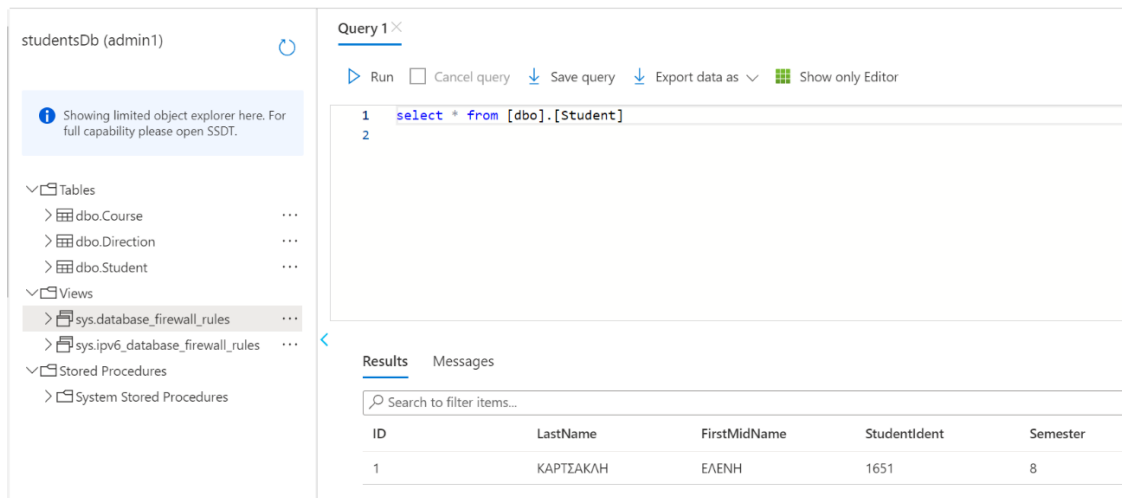
Εικόνα 1.2 Χαρακτηριστικά του App Service universityapplication9

The screenshot shows the configuration page for an SQL database in the Azure portal. The database is named 'studentsDb' and is located in the 'universityappserver/studentsDb' resource group. Under 'Essentials', the resource group is 'mynewgroup', status is 'Online', location is 'Germany West Central', and subscription is 'Azure for Students'. On the right, the server name is 'universityappserver.database.windows.net', elastic pool is 'No elastic pool', connection strings are 'Show database connection strings', pricing tier is 'Standard S0: 10 DTUs', and the earliest restore point is '2022-04-24 18:23 UTC'.

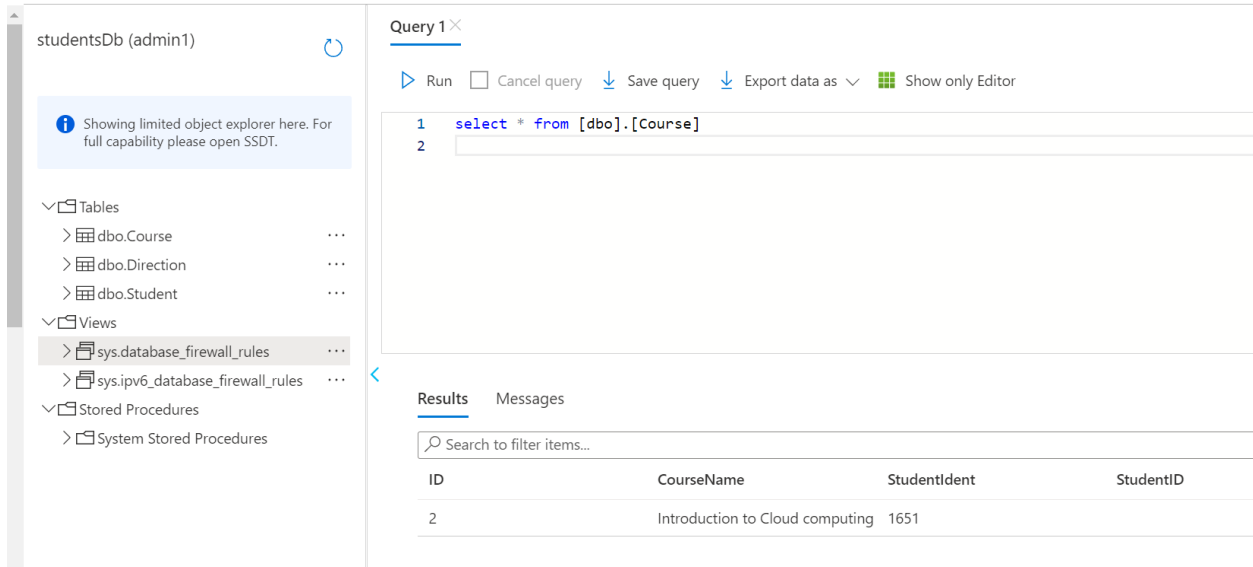
Εικόνα 1.3 Βάση δεδομένων studentsDb και διακομιστής universityappserver



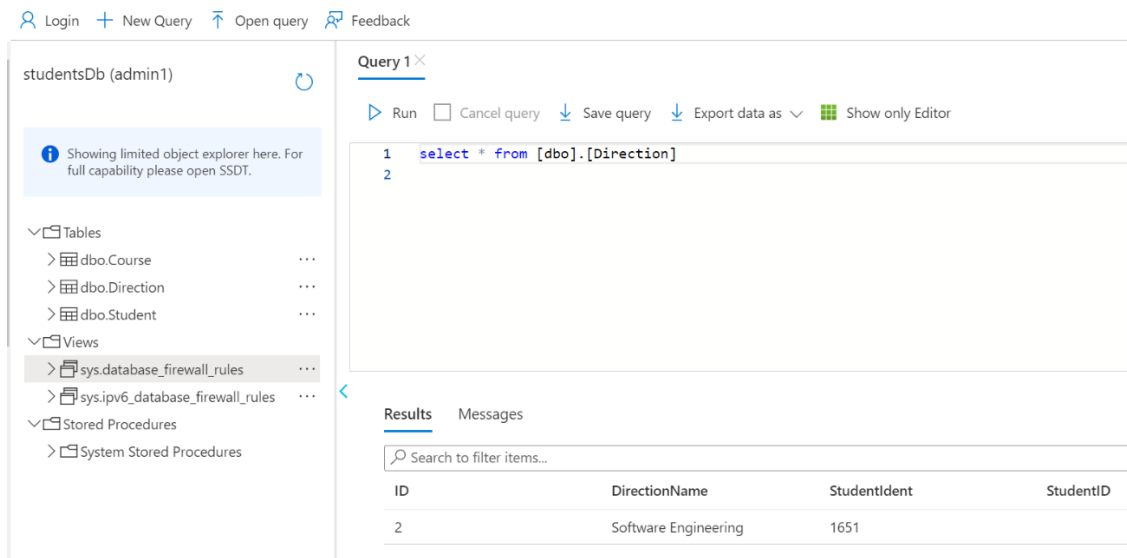
Εικόνα 1.4 Η βάση δεδομένων studentsDB στο SQL Server Object Explorer του Visual Studio



Εικόνα 1.5 Δεδομένα της βάσης δεδομένων Student στο Azure portal



Εικόνα 1.6 Δεδομένα της βάσης δεδομένων Course στο Azure portal

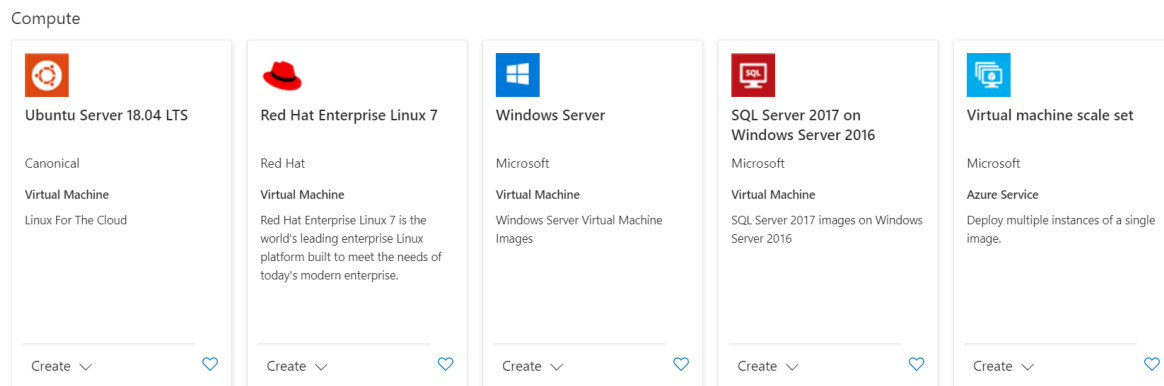


Εικόνα 1.7 Δεδομένα της βάσης δεδομένων Direction στο Azure portal

Άσκηση 2. Windows Virtual Machine

Η δεύτερη άσκηση είναι μία εικονική μηχανή Azure για Windows. Είναι βασισμένη στην εφαρμογή της Microsoft [Create a Windows virtual machine in Azure - Learn | Microsoft Docs](#). Για τη δημιουργία της ο χρήστης πρέπει να συνδεθεί με τα στοιχεία του στην πλατφόρμα

Microsoft Azure, να επιλέξει το Marketplace και την υπηρεσία υπολογισμού που θέλει. Χωρίς την επιλογή οποιασδήποτε υπηρεσίας υπολογισμού οι εικονικές μηχανές δεν μπορούν να δημιουργηθούν. Υπάρχουν πολλές εικονικές μηχανές για διάφορους διακομιστές όπως Ubuntu, Debian 10 “Buster”, SQL Server 2017 on Windows Server 2016 και εικονική μηχανή για το λειτουργικό σύστημα Linux όπως το Red Hat Enterprise Linux 7. Στην συγκεκριμένη άσκηση επιλέχθηκε το Windows Server, μία ομάδα λειτουργικών συστημάτων διακομιστή που λειτουργεί ως γέφυρα ανάμεσα στο περιβάλλον του χρήστη και της Azure και αποτελεί την εικόνα (image) της εικονικής μηχανής. Επίσης, περιλαμβάνει πολλά πλάνα λογισμικού όπου το καθένα έχει δικές του προδιαγραφές ασφαλείας, αποθήκευσης και δικτύων. Σε αυτή την άσκηση επιλέχθηκε το [smalldisk] Windows Server 2019 Datacenter-Gen2. Αφού επιλεγεί η εικόνα που είναι το σημαντικότερο κομμάτι, σειρά έχουν τα χαρακτηριστικά που προκύπτουν σύμφωνα με την αρχιτεκτονική της εικονικής μηχανής. Στην εικόνα 2.2 φαίνεται ότι τα χαρακτηριστικά που ορίζονται είναι το resource group, οι εικονικοί σκληροί δίσκοι (virtual hard disks) για τους δίσκους OS, ένα εικονικό δίκτυο, μία δημόσια και μία ιδιωτική διεύθυνση IP. Για να γίνει η σύνδεση με την εικονική μηχανή από έναν υπολογιστή χρησιμοποιείται το Remote Desktop Protocol (RDP). Στη σελίδα διαχείρισης της εικονικής μηχανής ο χρήστης επιλέγει το “Connect” και στη συνέχεια το “RDP” για να κατεβάσει το αρχείο preconfigured.rdp ώστε να πραγματοποιήσει τη σύνδεση με την εικονική μηχανή.



Εικόνα 2.1 Microsoft Azure Marketplace Compute Services

Properties Monitoring Capabilities (8) Recommendations Tutorials

Virtual machine

Computer name	test-vp-vm2
Health state	-
Operating system	Windows (Windows Server 2019 Datacenter)
Publisher	MicrosoftWindowsServer
Offer	WindowsServer
Plan	2019-datacenter-smalldisk-g2
VM generation	V2
Agent status	Ready
Agent version	2.7.41491.1044
Host group	None
Host	-
Proximity placement group	-
Colocation status	N/A
Capacity reservation group	-

Availability + scaling

Availability zone	-
Scale Set	-

Security type

Security type	Standard
---------------	----------

Networking

Public IP address	20[redacted]4
Public IP address (IPv6)	-
Private IP address	172[redacted]4
Private IP address (IPv6)	-
Virtual network/subnet	mynewgroup-vnet/default
DNS name	Configure

Size

Size	Standard B1s
vCPUs	1
RAM	1 GiB

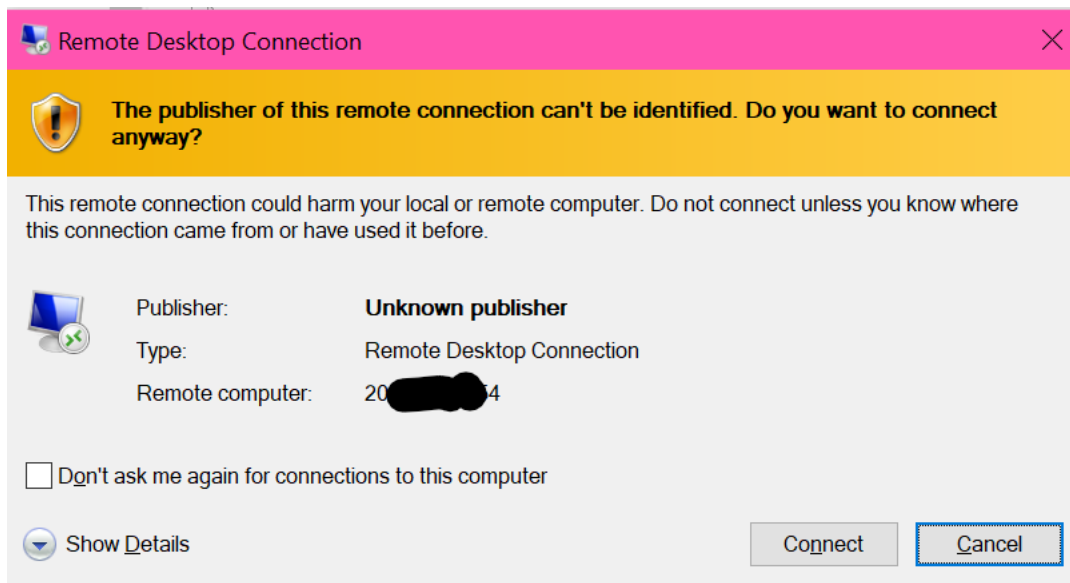
Disk

OS disk	test-vp-vm2_OsDisk_1_0e5c2abf088846f2b977dafc32828e74
Encryption at host	Disabled
Azure disk encryption	Not enabled
Ephemeral OS disk	N/A
Data disks	1

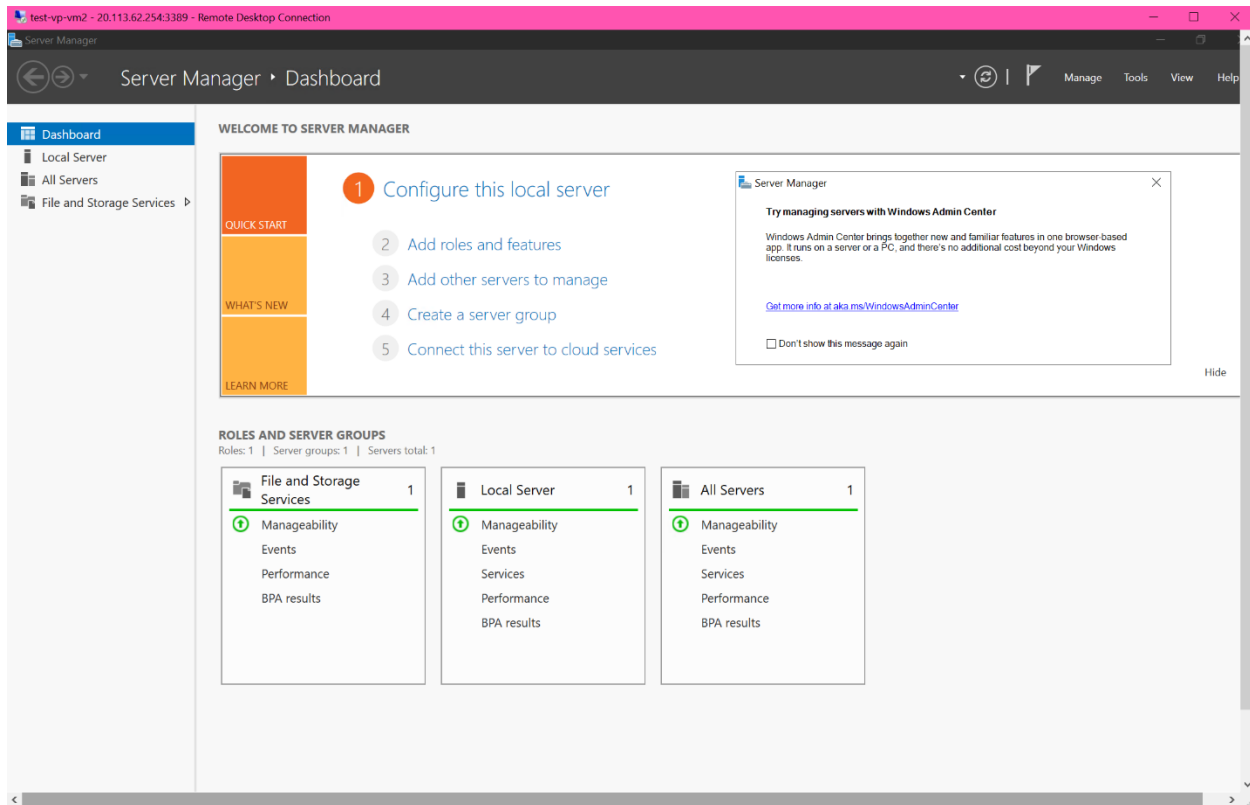
Azure Spot

Azure Spot

Εικόνα 2.2 Χαρακτηριστικά εικονικής μηχανής



Εικόνα 2.3 Σύνδεση στην εικονική μηχανή με Remote Desktop Protocol



Εικόνα 2.4 Εικονική μηχανή Windows

Άσκηση 3. Microsoft Azure Function App

Στην τρίτη άσκηση δημιουργείται μία εφαρμογή function για εμφάνιση μηνύματος σε έναν web browser. Βασίστηκε στην εφαρμογή της σελίδας [Create a function using Azure for Students Starter | Microsoft Docs](#) η οποία δείχνει τη δημιουργία μίας εφαρμογής function χρησιμοποιώντας το Students Starter. Ο χρήστης για να δημιουργήσει μία τέτοια εφαρμογή πρέπει να συνδεθεί στο Azure portal, να επιλέξει “Create a resource”, μετά “Compute” και μετά “Function App”. Αφού ορίσει τις ρυθμίσεις της εφαρμογής επιλέγει το “Go to resource” στη συνέχεια το “Functions” και εκεί δημιουργεί το function που θέλει διαλέγοντας το περιβάλλον ανάπτυξης, το πρότυπο, την ονομασία του function και το επίπεδο εξουσιοδότησης. Το Students Starter υποστηρίζει πολλά χαρακτηριστικά για τις ρυθμίσεις των functions όπως triggers, γλώσσες προγραμματισμού (C#, Java, JavaScript, F#, Python και άλλες), λειτουργικά συστήματα (Linux, Windows) και εργαλεία ανάπτυξης όπως VS Code, Visual Studio, Azure CLI και Azure Portal. Για αυτή την εφαρμογή επιλέχθηκε η ανάπτυξη στο portal ως περιβάλλον ανάπτυξης και το πρότυπο Http Trigger, δηλαδή ένα function που θα τρέχει όποτε λαμβάνει ένα αίτημα HTTP και θα δίνει απόκριση με βάση τα δεδομένα του σώματος του κώδικα ή του query

string. Όταν επιλέξει την δημιουργία μπορεί με το URL του function να εμφανίσει το μήνυμα σε έναν web browser.

Create Function App

Basics | Hosting | Networking | Monitoring | Tags | Review + create

Create a function app, which lets you group functions as a logical unit for easier management, deployment and sharing of resources. Functions lets you execute your code in a serverless environment without having to first create a VM or publish a web application.

Project Details
Select a subscription to manage deployed resources and costs. Use resource groups like folders to organize and manage all your resources.

Subscription *

Resource Group * [Create new](#)

Instance Details

Function App name * .azurewebsites.net

Publish * Code Docker Container

Runtime stack *

Version *

Region *

Operating system
The Operating System has been recommended for you based on your selection of runtime stack.

Operating System * Linux Windows

Plan

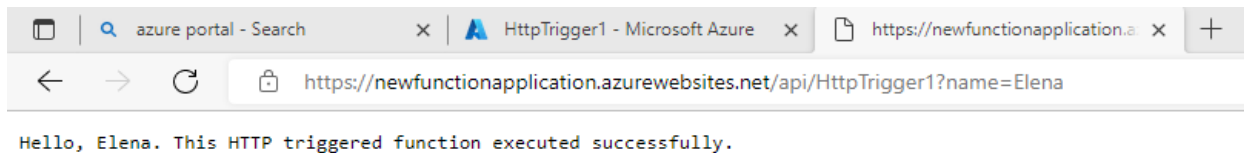
[Review + create](#) [< Previous](#) [Next : Hosting >](#)

Εικόνα 3.1 Ορισμός ρυθμίσεων για το function app

Essentials

Resource group (move) :	mynewgroup	URL :	https://newfunctionapplication.azurewebsites.net
Status :	Running	Operating System :	Windows
Location :	Germany West Central	App Service Plan :	ASP-mynewgroup-be14 (Y1: 0)
Subscription (move) :	Azure for Students	Properties :	See More
Subscription ID :	XXXXXXXXXX	Runtime version :	4.3.0.17971
Tags (edit) :	Click here to add tags		

Εικόνα 3.2 Δημιουργία function app



Εικόνα 3.3 Μήνυμα

Άσκηση 4. React Web App

Η τέταρτη άσκηση είναι μία εφαρμογή για δημιουργία σημειώσεων. Βασίζεται στην εφαρμογή που υπάρχει στη σελίδα της Amazon AWS [Build a Full-Stack React Application on AWS \(amazon.com\)](https://aws.amazon.com/build-a-full-stack-react-application-on-aws/) όμως ο κώδικας που παρουσιάζεται παρακάτω είναι δικός μου. Ο χρήστης συνδέεται στο λογαριασμό του για να δημιουργήσει ή να διαγράψει μικρές σημειώσεις. Πρόκειται για μία full-stack React web app, η οποία υλοποιήθηκε με AWS Amplify και GraphQL. Το AWS Amplify είναι ένα σετ εργαλείων για γρήγορη και εύκολη δημιουργία εφαρμογών ιστού ή κινητών. Με το Amplify οι προγραμματιστές μπορούν να διαχειριστούν backend εφαρμογές ιστού ή κινητών, να συνδεθούν γρήγορα με αυτές, να δημιουργήσουν ένα frontend περιβάλλον χρήστη (UI) και να διαχειριστούν το περιεχόμενο της εφαρμογής τους χωρίς τη χρήση της κονσόλας AWS ή γνώση του Cloud computing. Το GraphQL είναι μία γλώσσα query για APIs η οποία περιγράφει δεδομένα στο API στέλνοντάς του ερωτήματα (queries). Όλα τα αρχεία GraphQL αποθηκεύονται ως αρχεία JavaScript και περιέχουν tags HTML για τη διαμόρφωση της εφαρμογής. Παράδειγμα GraphQL αποτελεί το κύριο μέρος της εφαρμογής που χρησιμοποιείται για την αυθεντικοποίηση του χρήστη και την εμφάνιση του μπλοκ σημειώσεων (Εικόνες 4.3 - 4.9). Όταν ο χρήστης ανοίγει την εφαρμογή γίνεται η αυθεντικοποίησή του, δηλαδή η σύνδεση με έναν λογαριασμό συμπληρώνοντας την φόρμα Sign In ή δημιουργώντας έναν νέο λογαριασμό στην καρτέλα “Create Account”. Επίσης, δίνεται η επιλογή αλλαγής κωδικού πρόσβασης. Μόλις ο χρήστης δημιουργήσει έναν νέο λογαριασμό στέλνεται ένας κωδικός στο email του από την διεύθυνση no-reply@verificationemail.com προκειμένου να ταυτοποιηθεί η διεύθυνση που έδωσε και να ενεργοποιηθεί ο λογαριασμός του. Όταν συνδεθεί επιτυχώς μπορεί να δημιουργήσει ή να διαγράψει σημειώσεις και να επιλέξει το κουμπί “Sign Out” για αποσύνδεση. Για την υλοποίηση της αυθεντικοποίησης χρησιμοποιήθηκαν εντολές στο Amplify CLI και οι Amplify libraries που ενεργοποιούν το Amazon Cognito, μία υπηρεσία ταυτοποίησης χρηστών. Στη συνέχεια δημιουργήθηκε το γραφικό περιβάλλον της εφαρμογής με το React και προστέθηκε ένα API για τη δημιουργία ενός άλλου GraphQL API. Το GraphQL API ενεργοποιεί το AWS AppSync, μία διαχειριζόμενη GraphQL υπηρεσία που υποστηρίζεται από το Amazon DynamoDB. Έτσι η εφαρμογή υποστηρίζει τύπους CRUD+L (create, read, update, delete and list), δηλαδή ο χρήστης θα μπορεί να δημιουργεί ή να διαγράφει σημειώσεις και αυτές θα εμφανίζονται με τη μορφή λίστας. Η

εφαρμογή εμφανίζεται με την εντολή `npm start` που εκτελείται στο Node .js command prompt, στον φάκελο της εφαρμογής και η πρόσβαση γίνεται από το localhost του υπολογιστή μέσω ενός browser.

```
return (
  <Authenticator>
    {{ signOut, user }} => (
      <div className="App">
        <p>
          Welcome, create your note!
        </p>
        <button onClick={signOut}>Sign out</button>

        <h1>My Notes App</h1>
        <input
          onChange={e => setFormData({ ...formData, 'name': e.target.value})}
          placeholder="Note name"
          value={formData.name}
        />
        <input
          onChange={e => setFormData({ ...formData, 'description': e.target.value})}
          placeholder="Note description"
          value={formData.description}
        />
        <button onClick={createTodo}>Create Note</button>
        <div style={{marginBottom: 30}}>
          {
            notes.map(note => (
              <div key={note.id || note.name}>
                <h2>{note.name}</h2>
                <p>{note.description}</p>
                <button onClick={() => deleteTodo(note)}>Delete note</button>
              </div>
            ))
          }
        </div>
      </div>
    )
  }
</Authenticator>

);
}
export default App;
```

Εικόνα 4.1 Παράδειγμα GraphQL αρχείου

The image shows a web form for user authentication. It features two tabs at the top: 'Sign In' and 'Create Account'. The 'Sign In' tab is selected. Below the tabs, there are two input fields. The first field contains the email address 'thl1816062@uoi.gr'. The second field is for a password, shown as a series of dots, with a small eye icon to its right for toggling visibility. Below these fields is a prominent teal button labeled 'Sign in'. At the bottom of the form, there is a link that says 'Forgot your password?'.

Εικόνα 4.2 Είσοδος χρήστη στην εφαρμογή

The screenshot shows a login interface with two tabs: "Sign In" (active) and "Create Account". Below the tabs are two input fields: the first contains the email "thl1816062@uoi.gr" and the second contains the password "helloworld2" with a toggle icon. A red error message banner displays "User does not exist." with a close button. Below the banner is a teal "Sign in" button and a link for "Forgot your password?".

Εικόνα 4.3 Μήνυμα αποτυχίας αυθεντικοποίησης

The screenshot shows a registration interface with two tabs: "Sign In" and "Create Account" (active). Below the tabs are three input fields: the first contains the email "thl1816062@uoi.gr", the second and third contain masked passwords (represented by dots) with toggle icons. A teal "Create Account" button is positioned below the input fields.

Εικόνα 4.4 Δημιουργία λογαριασμού

We Emailed You

Your code is on the way. To log in, enter the code we emailed to t***@u***. It may take a minute to arrive.

Εικόνα 4.5 Εισαγωγή κωδικού για δημιουργία λογαριασμού

Your verification code



no-reply@verificationemail.com <no-reply@verificationemail.com>
14:51

To: thl1816062@uoi.gr

Your verification code is 382231

Εικόνα 4.6 Email κωδικού επικεροποίησης

Welcome, create your note!

My Notes App

<input type="text" value="Note name"/>	<input type="text" value="Note description"/>	<input type="button" value="Create Note"/>
--	---	--

Εικόνα 4.7 Δημιουργία σημείωσης

Welcome, create your note!

Sign out

My Notes App

Note name Note description Create Note

Supermarket

Buy Vegetables

Delete note

Εικόνα 4.8 Διαγραφή σημείωσης

















Άσκηση 5. AWS Windows Instance

Η άσκηση πέντε δείχνει την δημιουργία μίας παρουσίας AWS Windows με το Amazon Lightsail. Βασίζεται στο tutorial της Amazon [Launch a Windows Virtual Machine \(amazon.com\)](https://aws.amazon.com/lightsail/tutorials/launch-windows-vm/). Αρχικά, έγινε η σύνδεση στην υπηρεσία AWS Lightsail και στη συνέχεια ορίστηκαν τα χαρακτηριστικά της σύμφωνα με αυτά που αναφέρονται στο κεφάλαιο 2 στην ενότητα 2.2. Ο λόγος που δεν επιλέχθηκε το Amazon EC2 για την δημιουργία της παρουσίας είναι επειδή το Amazon Lightsail προσφέρει ένα γρήγορο, απλό και ευέλικτο περιβάλλον για την δημιουργία παρουσιών. Για την δημιουργία της παρουσίας, ορίζεται η περιοχή που θα δημιουργηθεί η παρουσία και στη συνέχεια η εικόνα της. Στο Amazon AWS εικόνα (image) είναι το λειτουργικό σύστημα ή αλλιώς πλατφόρμα μαζί με τα blueprints του κάθε λειτουργικού συστήματος. Το λειτουργικό σύστημα μπορεί να είναι Linux ή Windows ενώ τα blueprints είναι για εφαρμογές και λειτουργικά συστήματα ή μόνο για λειτουργικά συστήματα. Το Linux υποστηρίζει 28 blueprints ενώ τα Windows 4. Η συγκεκριμένη παρουσία χρησιμοποιεί το λειτουργικό σύστημα Windows με blueprint για λειτουργικό σύστημα το Windows Server 2016. Μετά την επιλογή της τοποθεσίας και της εικόνας επιλέγεται το πλάνο υποστήριξης της παρουσίας που περιλαμβάνει την μνήμη, επεξεργασία, αποθήκευση της παρουσίας μαζί τον όγκο δεδομένων που μπορεί να μεταφέρει. Τέλος, επιλέγεται ένα όνομα για την παρουσία και ένας κωδικός πρόσβασης. Όλα αυτά αποτελούν τα βασικά χαρακτηριστικά που ορίζονται υποχρεωτικά από τον χρήστη. Μερικά επιπλέον χαρακτηριστικά που μπορεί να προσθέσει ο χρήστης σύμφωνα με τις απαιτήσεις του είναι τα containers, οι βάσεις δεδομένων, τα δίκτυα, η αποθήκευση και τα snapshots. Στη συγκεκριμένη άσκηση ορίστηκαν μία δημόσια στατική διεύθυνση IP, ένα snapshot και ένας επιπλέον αποθηκευτικός χώρος το bucket. Μετά τον ορισμό τους δημιουργείται η ακόλουθη παρουσία που φαίνεται στις εικόνες 5.3 και 5.4. Η σύνδεση με την παρουσία μπορεί γίνει μέσω

RDP και ο χρήστης να χρησιμοποιήσει τον δικό του browser ή μέσω ενός πελάτη RDP (RDP client) όπως γίνεται και με την εικονική μηχανή της Azure. Στη προκειμένη περίπτωση επιλέχθηκε η σύνδεση μέσω RDP όπου η παρουσία εμφανίζεται στον δικό μου browser σε νέο παράθυρο αφού η σύνδεση μέσω RDP client φαίνεται στην άσκηση 2. Στην εικόνα 5.3 φαίνονται τα χαρακτηριστικά της παρουσίας, δηλαδή η μνήμη RAM είναι 512 MB, η CPU είναι 1 vCPU δηλαδή έχει έναν φυσικό πυρήνα CPU και ο δίσκος SSD είναι 30 GB.

Select a blueprint

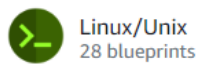
Apps + OS OS Only

 WordPress 5.9.2-3	 WordPress Multisite 5.9.2-1	 LAMP (PHP 7) 7.4.28-14	 Node.js 12.22.10-2
 Joomla 3.10.6-1	 Magento 2.4.3-60	 MEAN 4.4.13-1	 Drupal 9.3.8-2
 GitLab CE 14.8.4-ce.0-0	 Redmine 4.2.4-4	 Nginx 1.21.6-4	 Ghost 4.37.0-6
 Django 3.2.12-0	 PrestaShop 1.7.8-4-2	 Plesk Hosting Stack on Ubuntu 18.0.40.1	 cPanel & WHM for Linux RELEASE Tier

Εικόνα 5.1 Linux blueprints

Pick your instance image [?](#)

Select a platform

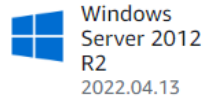
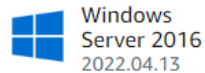


Windows-based instance prices reflect additional licensing fees.

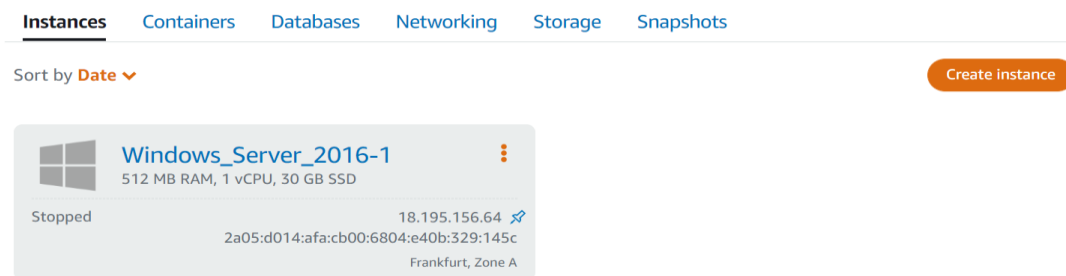
Select a blueprint

Apps + OS

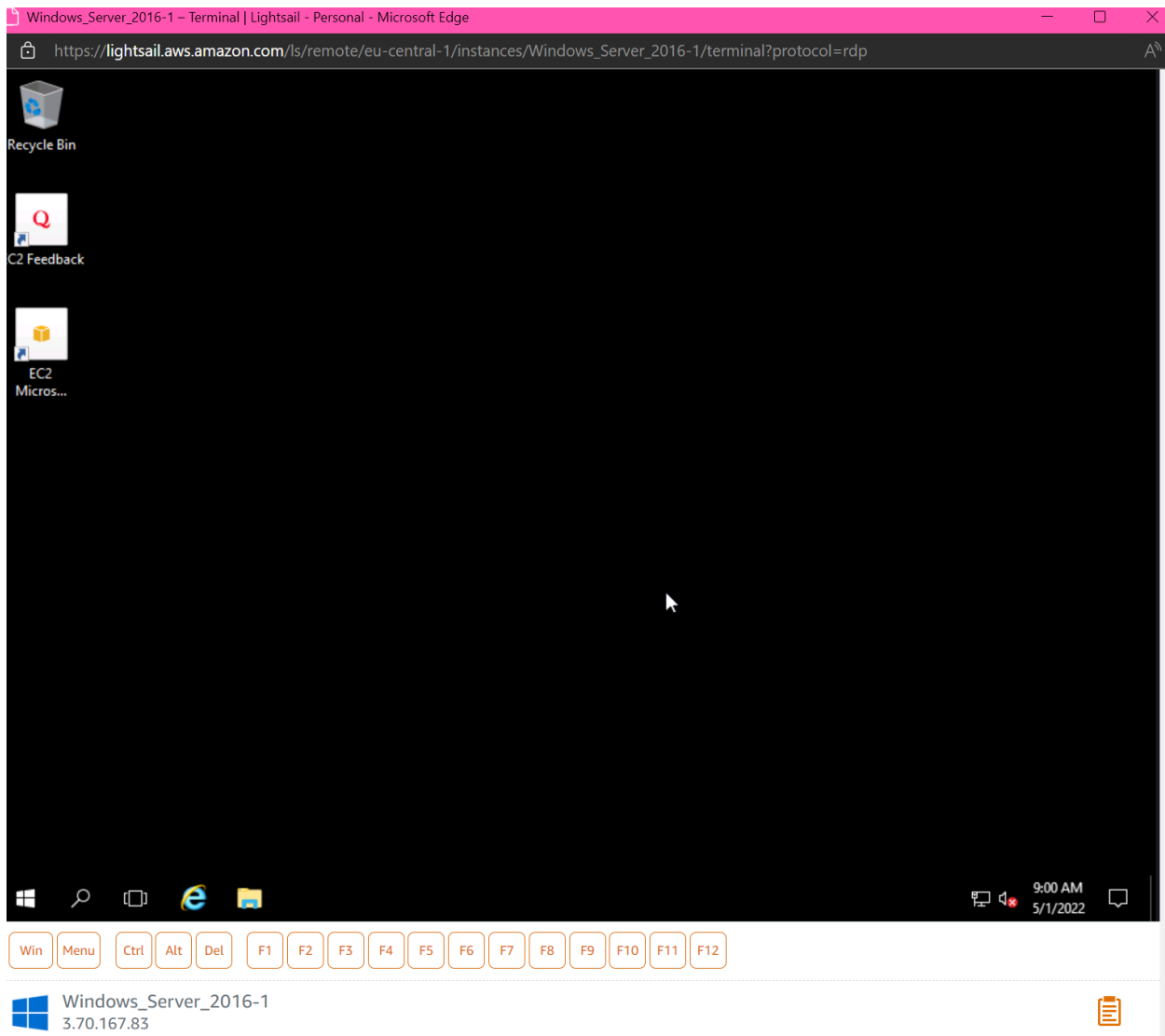
OS Only



Εικόνα 5.2 Windows blueprints



Εικόνα 5.3 Δημιουργία παρουσίας με όνομα Windows_Server_2016-1



Εικόνα 5.4 Παρουσία Windows

1. Δημιουργία στατικής διεύθυνσης IP

Όταν δημιουργείται μία εικονική μηχανή έχει μία προεπιλεγμένη δυναμική διεύθυνση IP που αλλάζει κάθε φορά που ο χρήστης σταματά και ξεκινά την μηχανή του. Εάν επιλέξει να ορίσει μία στατική διεύθυνση IP εκείνη δεν θα αλλάζει ποτέ. Επίσης εάν ορίσει ένα domain name στην παρουσία του δεν θα χρειάζεται να αλλάζει τις ρυθμίσεις του όταν ξεκινά ή τερματίζει την λειτουργία της παρουσίας του. Η νέα στατική διεύθυνση IP φαίνεται στην εικόνα 5.5.

Public static IP address

This static IP is available for public connection worldwide.

18.195.1[REDACTED]4

Εικόνα 5.5 Δημόσια στατική διεύθυνση IP

2. Δημιουργία snapshot

Ένα snapshot είναι ένα αντίγραφο του δίσκου συστήματος και των αρχικών ρυθμίσεων της παρουσίας. Περιλαμβάνει πληροφορίες για τη CPU, το μέγεθος του δίσκου και τον ρυθμό μετάδοσης δεδομένων. Η δημιουργία του snapshot γίνεται σε δύο στάδια. Αρχικά, δημιουργείται ένα backup snapshot και στη συνέχεια ένα δεύτερο που χρησιμοποιεί το System Preparation (Sysprep). Το Sysprep ρυθμίζει τον Windows Server με τέτοιο τρόπο ώστε η παρουσία να δημιουργηθεί ως αντίγραφο snapshot, έτσι είναι σαν να δημιουργείται η παρουσία για πρώτη φορά. Ακολουθούν η δημιουργία του πρώτου backup snapshot, οι ρυθμίσεις για την δημιουργία Sysprep snapshot και τα δύο snapshots μαζί.

Manual snapshots [?](#)

You can create a snapshot to back up your instance, its system disk, and attached disks.

[+ Create snapshot](#)

▼  May 1, 2022 - 12:12 PM	"Windows_Server_2016-1-1651396343"	⋮
30 GB SSD System Disk		

Showing 1 of 1 snapshots

Automatic snapshots [?](#)





Automatic snapshots are not supported for Windows instances at this time.

Εικόνα 5.6 Δημιουργία backup snapshot

Manual snapshots ?

You can create a snapshot to back up your instance, its system disk, and attached disks.

[+ Create snapshot](#)

>	 May 1, 2022 - 12:35 PM	"Windows_Server_2016-1-1651397692"	
>	 May 1, 2022 - 12:12 PM	"Windows_Server_2016-1-1651396343"	


Showing 2 of 2 snapshots

Εικόνα 5.7 Backup και Sysprep snapshots

3. Δημιουργία block storage disk

Υπάρχουν δύο τρόποι αποθήκευσης δεδομένων με τους οποίους ο χρήστης μπορεί να αυξήσει τον αποθηκευτικό χώρο δεδομένων για τους πόρους του. Ο πρώτος είναι το bucket (κουβάς) ένας πόρος αποθήκευσης στο cloud για αποθήκευση αντικειμένων που αποτελούνται από δεδομένα και μεταδεδομένα και τα disks (δίσκοι) που είναι όγκοι αποθήκευσης οι οποίοι λειτουργούν ως σκληροί δίσκοι πάνω σε μία παρουσία και έχουν διάρκεια ζωής ανεξάρτητη από αυτή της παρουσίας. Επίσης με τα buckets γίνεται η διαχείριση δεδομένων όπως ανέβασμα αρχείων, αποθήκευση αντικειμένων ως αρχείων, εύρεση αρχείων, αντιγραφή και μετακίνηση αντικειμένων, διαγραφή αντικειμένων και φακέλων. Το bucket μπορεί να χρησιμοποιηθεί με το WordPress και με το CDN για γρηγορότερη μετάδοση στατικού περιεχομένου (όπως ιστοσελίδες). Επειδή η παρουσία δεν προορίζεται για επαγγελματική χρήση δημιουργήθηκε μόνο το bucket.


[Instances](#) [Containers](#) [Databases](#) [Networking](#) [Storage](#) [Snapshots](#)

Sort by **Type**  and then by **Date** 


Create disk

Create bucket

BUCKETS



bucket-wtved4
5 GB storage bucket



All objects are private Frankfurt

Εικόνα 5.8 Bucket storage

Κεφάλαιο 5. Ανακεφαλαίωση

Το Cloud computing είναι ένα νέο, παγκόσμιο, κοινωνικό και τεχνολογικό φαινόμενο που εξελίσσεται συνεχώς επιτρέποντας σε εκατομμύρια ανθρώπους να χρησιμοποιούν τις υπηρεσίες του αρκεί να έχουν πρόσβαση στο Διαδίκτυο. Μεγάλες τεχνολογικές εταιρείες έχουν γίνει πάροχοι Cloud computing προσφέροντας υπηρεσίες και πόρους οι οποίοι φιλοξενούνται σε διαδικτυακές πλατφόρμες. Χάρη σε αυτές τις υπηρεσίες οι προγραμματιστές μπορούν να δημιουργήσουν εφαρμογές που ανταποκρίνονται τόσο στις δικές τους απαιτήσεις όσο και σε αυτές των πελατών τους, αξιοποιώντας πόρους όπως απεριόριστο αποθηκευτικό χώρο και υπολογιστική ισχύς που διαφορετικά θα ήταν δύσκολο να αποκτηθούν. Η υποδομή που υποστηρίζει αυτές τις εφαρμογές φιλοξενείται σε παγκόσμια κέντρα δεδομένων που βρίσκονται σε περιοχές δηλαδή σε πολλές διαφορετικές, παγκόσμιες τοποθεσίες ώστε όλα τα δεδομένα να αποθηκεύονται κοντά στους πελάτες, μειώνοντας σημαντικά τον κίνδυνο απώλειας δεδομένων λόγω φυσικών καταστροφών ή καθυστέρησης δικτύου. Πλέον η δημιουργία και αναβάθμιση των εφαρμογών είναι αρκετά εύκολη αφού η υποδομή και η συντήρησή της γίνονται εξ' ολοκλήρου από την εταιρεία-πάροχο δίνοντας την ευκαιρία στους προγραμματιστές να απασχολούνται μόνο με τη δημιουργία και ανάπτυξη εφαρμογών. Στο πρώτο κεφάλαιο της εργασίας έγινε η επισκόπηση του Cloud computing όπου παρουσιάστηκαν ο ορισμός του, οι δύο τύποι του, τα πλεονεκτήματα της χρήσης του και μερικά από τα κριτήρια που θα πρέπει να λάβει υπόψη της μία επιχείρηση προτού αποφασίσει τη μετανάστευση στο Cloud. Το σημαντικότερο μέρος του κεφαλαίου είναι τα τρία βασικά πλεονεκτήματα του Cloud computing, το χαμηλό κόστος, η εύκολη και άμεση αναβάθμιση εφαρμογών ή αλλιώς επεκτασιμότητα και η κινητικότητα. Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζεται η έρευνα στις υπηρεσίες που προσφέρουν δύο τεχνολογικές εταιρείες, η Amazon και η Microsoft, η οποία είναι το κύριο θέμα αυτής της εργασίας. Αυτοί οι τεχνολογικοί κολοσσοί έχουν καταφέρει να εδραιωθούν στο χώρο της τεχνολογίας δημιουργώντας τις δικές τους πλατφόρμες Cloud computing, τις Amazon AWS και Microsoft Azure, οι οποίες χρησιμοποιούνται από πολλές εταιρείες και προγραμματιστές σε όλο το κόσμο. Η έρευνα επικεντρώνεται σε τέσσερις τύπους υπηρεσιών, τις υπηρεσίες πληροφορικής που περιλαμβάνουν τις εφαρμογές ιστού και τις εικονικές μηχανές, τις υπηρεσίες αποθήκευσης και βάσεων δεδομένων όπου αναφέρονται τρόποι αποθήκευσης των δεδομένων των εφαρμογών, τις υπηρεσίες ασφαλείας για τη προστασία τους από εξωτερικές απειλές και τις υπηρεσίες δικτύων με τις οποίες οι εφαρμογές μπορούν να επικοινωνούν μεταξύ τους όπως τα εικονικά δίκτυα. Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται η σύγκριση όπου συγκρίνονται όλες οι υπηρεσίες που αναλύθηκαν στο δεύτερο κεφάλαιο σε συγκεντρωτικούς πίνακες. Στο τέταρτο κεφάλαιο βρίσκεται το πρακτικό μέρος της εργασίας με πέντε ασκήσεις ώστε ο αναγνώστης να καταλάβει πώς λειτουργούν αλλά και πώς φαίνονται οπτικά αυτές οι υπηρεσίες. Οι ασκήσεις δεν έχουν σκοπό να εξηγήσουν πώς δημιουργούνται διάφορες εφαρμογές αλλά να βοηθήσουν τον αναγνώστη να καταλάβει πώς εμφανίζονται οι υπηρεσίες που αναλύθηκαν. Για παράδειγμα, πώς είναι μία εικονική μηχανή Amazon AWS, πώς ενσωματώνονται τα χαρακτηριστικά της αρχιτεκτονικής μίας εικονικής μηχανής Azure στη δημιουργία της, πιο είναι το πιο απλό παράδειγμα μίας εφαρμογής ιστού και πώς είναι ένα Azure function. Όπως αναφέρθηκε και στην εισαγωγή σκοπός της εργασίας ήταν

να εισάγει τον αναγνώστη στην έννοια του Cloud computing και μέσω της έρευνας να τον ενημερώσει για τις υπηρεσίες που προσφέρουν δύο από τις μεγαλύτερες τεχνολογικές εταιρείες παρουσιάζοντας στοχευμένες έννοιες που αναλύονται με σύντομο και απλό τρόπο.

ΠΗΓΕΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1.1 <https://www.equinoxcyber.com/cloud-computing/>

Εικόνα 1.2 <https://www.educba.com/types-of-cloud-services/>

Εικόνα 1.3 <https://www.quadrantresource.com/cloudcomputing>

Εικόνα 2.1.α Η συγγραφέας

Εικόνα 2.1.β <https://aws.amazon.com/>

Εικόνα 2.1.γ https://www.pngfind.com/mpng/ibxxoTo_service-amazon-web-services-cloud-hd-png-download/

Εικόνα 2.2.α <https://docs.aws.amazon.com/AWSEC2/latest/WindowsGuide/ec2-wg.pdf>

Εικόνα 2.2.β <https://docs.aws.amazon.com/AWSEC2/latest/WindowsGuide/ec2-wg.pdf>

Εικόνα 2.2.γ <https://docs.aws.amazon.com/AWSEC2/latest/WindowsGuide/ec2-wg.pdf>

Εικόνα 2.2.δ <https://docs.aws.amazon.com/AWSEC2/latest/WindowsGuide/ec2-wg.pdf>

Εικόνα 2.3.α Η συγγραφέας

Εικόνα 2.3.β <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/role-based-access-control/overview>

Εικόνα 2.3.γ <https://www.conseil3d.com/en/cloud/>

Εικόνα 2.4.α <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/guides/developer/azure-developer-guide>

Εικόνα 2.4.β <https://2wtech.com/azure-offers-security-for-app-services/>

Εικόνα 2.4.γ https://docs.microsoft.com/en-gb/archive/blogs/microsoft_press/free-ebook-microsoft-azure-essentials-fundamentals-of-azure-second-edition

Εικόνα 2.4.δ Run a Windows VM on Azure - Azure Reference Architectures

<https://docs.microsoft.com/en-us/azure/architecture/reference-architectures/n-tier/windows-vm?msclkid=a770f3c6c56b11ecbba3547f2faf93fd> | Microsoft Docs

Εικόνα 2.4.ε <https://anwaryounus.blogspot.com/2018/11/microsoft-azure-compute-services.html>

Εικόνα 2.4.ζ <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/guides/developer/azure-developer-guide>

Εικόνα 2.4.στ <https://royaldiscount.com/sql-in-azure/>

Εικόνα 2.4.η <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/expressroute/expressroute-introduction>

Εικόνα 2.4.θ <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/traffic-manager/traffic-manager-overview>

Εικόνα 2.4.ι <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/cdn/cdn-overview>

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

[1] What is the Cloud? Available at: <https://azure.microsoft.com/en-us/overview/what-is-the-cloud/> Accessed at: 24 Απριλίου 2022.

[2] What is SaaS? Available at: <https://azure.microsoft.com/en-us/overview/what-is-saas/> Accessed at: 24 Απριλίου 2022.

[3] What is PaaS (Platform as a Service)? (2021). Available at: <https://www.ibm.com/cloud/learn/paas> Accessed at: 24 Απριλίου 2022.

[4] IaaS (Infrastructure as a Service), (2019). Available at: <https://www.ibm.com/cloud/learn/iaas> Accessed at: 24 Απριλίου 2022.

[5] Scollard, E., 2019. Introduction to the concepts of cloud computing. Accessed at: 24 Μαρτίου 2022.

[6] Wankhede, P., Talati, M. and Chinchamalature, R., 2020. Comparative study of cloud platforms-microsoft azure, google cloud platform and amazon EC2. *J. Res. Eng. Appl. Sci.*, 5(02), pp.60-64. Accessed at: 24 Μαρτίου 2022.

[7] Padhy, R.P., Patra, M.R. and Satapathy, S.C., 2011. X-as-a-Service: Cloud Computing with Google App Engine, Amazon Web Services, Microsoft Azure and Force. com. *Com. Int. J. Comput. Sci. Telecommun.*, 2(9). Accessed at: 24 Μαρτίου 2022.

[8] Rashid, A. and Chaturvedi, A., 2019. Cloud computing characteristics and services: a brief review. *International Journal of Computer Sciences and Engineering*, 7(2), pp.421-426. Accessed at: 24 Μαρτίου 2022.

[9] Regions, Availability Zones and Local Zones, (2018). Available at: <https://docs.aws.amazon.com/AmazonRDS/latest/UserGuide/Concepts.RegionsAndAvailabilityZones.html> Accessed at: 28 Μαρτίου 2022.

[10] Overview of Amazon Web Services, 2022. Available at: <https://docs.aws.amazon.com/whitepapers/latest/aws-overview/introduction.html?msckid=45591247b29811ecb82b73a221370652> Accessed at: 24 Μαρτίου 2022.

[11] AWS Organizations. Available at: <https://aws.amazon.com/organizations/> Accessed at: 24 Απριλίου 2022.

[12] Amazon Elastic Compute Cloud User Guide for Windows Instances. Available at: <https://docs.aws.amazon.com/AWSEC2/latest/WindowsGuide/ec2-wg.pdf> Accessed at: 25 Μαρτίου 2022.

[13] Amazon instance types. Available at: <https://aws.amazon.com/ec2/instance-types/> Accessed at: 25 Μαρτίου 2022.

- [14] Amazon instance types. Available at: <https://aws.amazon.com/ec2/instance-types/> Accessed at: 25 Μαρτίου 2022.
- [15] Free ebook: Microsoft Azure Essentials: Fundamentals of Azure, Second Edition, (2019). Available at: https://docs.microsoft.com/en-gb/archive/blogs/microsoft_press/free-ebook-microsoft-azure-essentials-fundamentals-of-azure-second-edition Accessed at: 30 Μαρτίου 2022.
- [16] Install Azure CLI, (2021). Available at: <https://docs.microsoft.com/en-us/dotnet/azure/install-azure-cli> Accessed at: 30 Μαρτίου 2022.
- [17] What is Azure role-based access control (Azure RBAC)? (2022). Available at: <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/role-based-access-control/overview> Accessed at: 30 Μαρτίου 2022.
- [18] Regions for virtual machines in Azure, (2021). Available at: <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/virtual-machines/regions?msclkid=faf114de5c56911ec8557c3c945b44c69> Accessed at: 30 Μαρτίου 2022.
- [19] Get started guide for Azure developers. Available at: <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/guides/developer/azure-developer-guide> Accessed at: 30 Μαρτίου 2022.
- [20] What is Infrastructure as Code? (2022). Available at: <https://docs.microsoft.com/en-us/devops/deliver/what-is-infrastructure-as-code> Accessed at: 30 Μαρτίου 2022.
- [21] Create a Windows virtual machine in Azure. Available at: <https://docs.microsoft.com/en-in/learn/modules/create-windows-virtual-machine-in-azure/2-create-a-windows-virtual-machine> Accessed at: 02 Απριλίου 2022.
- [22] The Developer's Guide to Azure, (2021). Available at: <https://azure.microsoft.com/en-us/campaigns/developer-guide/> Accessed at: 02 Απριλίου 2022.
- [23] What is Azure Active Directory, (2022). Available at: <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/active-directory/fundamentals/active-directory-what-is> Accessed at: 02 Απριλίου 2022.
- [24] Azure DDoS Protection Standard overview, (2022). Available at: <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/ddos-protection/ddos-protection-overview> Accessed at: 02 Απριλίου 2022.
- [25] What is Azure Load Balancer? (2022). Available at: <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/load-balancer/load-balancer-overview> Accessed at: 04 Απριλίου 2022.
- [26] What is VPN Gateway? (2022). Available at: <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/vpn-gateway/vpn-gateway-about-vpngateways> Accessed at: 04 Απριλίου 2022.
- [27] What is Azure DNS? (2021). Available at: <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/dns/dns-overview> Accessed at: 04 Απριλίου 2022.
- [28] What is Azure ExpressRoute, (2021). Available at: <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/expressroute/expressroute-introduction> Accessed at: 04 Απριλίου 2022.

- [29] What is Traffic Manager, (2022). Available at: <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/traffic-manager/traffic-manager-overview> Accessed at: 04 Απριλίου 2022.
- [30] What is content delivery network on Azure, (2022). Available at: <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/cdn/cdn-overview> Accessed at: 04 Απριλίου 2022.
- [31] 32. NoSQL Databases, (2019). Available at: <https://www.ibm.com/cloud/learn/nosql-databases> Accessed at: 10 Απριλίου 2022.
- [32] Khot, A.R., A Comparative Analysis of Public Cloud Platforms and Introduction of Multicloud. Accessed at: 24 Μαρτίου 2022.
- [33] AWS to Azure Services Comparison, (2022). Available at: <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/architecture/aws-professional/services> Accessed at: 20 Απριλίου 2022.
- [34]. About Azure Cache for Redis, (2022). Available at: <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/azure-cache-for-redis/cache-overview> Accessed at: 02 Απριλίου 2022.
- [35]. New Azure Security Center and Azure platform security capabilities, (2019). Available at: <https://azure.microsoft.com/en-gb/blog/new-azure-security-center-and-azure-platform-security-capabilities-2/> Accessed at: 02 Απριλίου 2022.
- [36] Compare support plans. Available at: <https://azure.microsoft.com/en-us/support/plans/?msclkid=8e29a961c56a11ec93f2b1e6660d4586> Accessed at: 02 Απριλίου 2022.
- [37] Run a Windows VM on Azure. Available at: <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/architecture/reference-architectures/n-tier/windows-vm?msclkid=a770f3c6c56b11ecbba3547f2faf93fd> Accessed at: 26 Απριλίου 2022.
- [38] AWS Cloud9. Available at: <https://aws.amazon.com/cloud9/> Accessed at: 02 Μαΐου 2022

