



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

**ΣΧΟΛΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ  
ΠΜΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΔΙΚΤΥΩΝ**

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑΣ ΜΕΤΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ  
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΣΕ ΙΔΙΩΤΙΚΟ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟΥ ΝΕΦΟΥΣ ΜΕ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ  
ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ INFRASTRUCTURE AS CODE ΤΗΣ AWS

ΚΟΥΜΠΑΡΟΥΛΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

Επιβλέπουσα: Σπυριδούλα Μαργαρίτη, ΕΔΙΠ, Α

Άρτα, Ιούλιος 2022

INVESTIGATING THE POSSIBILITY OF MITIGATING AN  
EDUCATIONAL COMPUTER LAB TO A PRIVATE CLOUD  
COMPUTING ENVIRONMENT USING AWS INFRASTRUCTURE  
AS CODE TOOL

**Εγκρίθηκε από την τριμερή επιτροπή**

Άρτα, 22/7/2022

**ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ**

1. Επιβλέπουσα καθηγήτρια

Σπυριδούλα Μαργαρίτη,

ΕΔΙΠ, Α

2. Μέλος επιτροπής

Ελευθέριος Στεργίου,

ΔΕΠ, Αναπληρωτής Καθηγητής

3. Μέλος επιτροπής

Γρηγόριος Δουμένης

ΔΕΠ, Επίκουρος Καθηγητής

© Κουμπαρούλης Γεώργιος, 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 εκ 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.

Κουμπαρούλης Μιχ Γεώργιος

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Με την ολοκλήρωση της μεταπτυχιακής διπλωματικής μου εργασίας, θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές και από καρδιάς ευχαριστίες σε όσους συνέβαλαν στην εκπόνηση αυτής της εργασίας.. Θα ευχαριστήσω θερμά την επιβλέπουσα καθηγήτρια της εργασίας, κυρία Μαργαρίτη Σπυριδούλα καθώς σε καίρια σημεία με την επιστημονικής καθοδήγηση βοήθησε στην ολοκλήρωση αυτής της προσπάθειας. Επίσης, σημαντική συμβολή είχα και από την οικογένεια μου, την σύζυγό μου Σπυριδούλα καθώς και από τα τρία μου παιδιά Μιχάλη, Γεράσιμο και Ελένη τους είχα δίπλα μου και μου συμπαραστέκονταν συνεχώς, μου έδιναν τεράστια δύναμη. Τέλος θα αφιερώσω αυτήν την εργασία στη μνήμη ενός πολύ αγαπημένου μου προσώπου, της μητέρας μου Ελένης, η οποία έφυγε κατά την διάρκεια των σπουδών μου, ήταν και αυτή πάντα υποστηρικτική δίπλα μου με το καλό λόγο σε ότι και να έκανα.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στα πλαίσια αυτής της εργασίας, προτείνεται ένα σύστημα υπολογιστικού νέφους για τη δημιουργία εργαστηρίων πληροφορικής σε εκπαιδευτικές δομές της Α/θμιας και Β/θμιας εκπαίδευσης της Ελλάδας. Οι εργαστηριακές απαιτήσεις πληροφορικής των μαθημάτων που διδάσκονται στις δυο βαθμίδες εκπαίδευσης είναι γνωστές, πράγμα που μας δίνει την δυνατότητα να χτίσουμε πρότυπους εικονικούς υπολογιστές με όλες τις απαιτήσεις της κάθε ξεχωριστής εκπαιδευτικής βαθμίδας και της κάθε τάξης. Αυτούς τους πρότυπους εικονικούς υπολογιστές ο κάθε εκπαιδευτικός, στην αρχή της σχολικής περιόδου, θα μπορεί να τους χρησιμοποιήσει και να δημιουργεί το δικό του εικονικό εργαστήριο, ανάλογα την βαθμίδα και την τάξη που θα το χρειαστεί. Πετυχαίνοντας με αυτό τον τρόπο όλοι οι μαθητές θα έχουν το ίδιο εργασιακό περιβάλλον, χωρίς δυσλειτουργίες, από συσκευές που μπορεί να είναι εντελώς διαφορετικές μεταξύ τους.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να διερευνηθεί το κατά πόσο είναι εφικτό να λειτουργήσει ένα σύστημα στη βάση της προτεινόμενης πολιτικής που προαναφέρθηκε. Για να γίνει αυτή η διερεύνηση αρχικά έγινε μια βιβλιογραφική αναζήτηση για να καταγραφούν παρόμοιες εφαρμογές όπου εργαστήρια πληροφορικής υλοποιήθηκαν σε υποδομές υπολογιστικού νέφους. Έπειτα έγινε έρευνα για την υπαρκτή υλικοτεχνική υποδομή των σχολικών μονάδων όπως επίσης και των λογισμικών που χρησιμοποιούνται. Έχοντας εικόνα των εργαστηρίων σχεδιάστηκε ένα σύστημα μετάβασης των εργαστηρίων σε ιδιωτική πλατφόρμα υπολογιστικού νέφους. Για την αποτίμηση του συστήματος έγινε πιλοτική εφαρμογή στο Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων όπου οι φοιτητές, μέσω του προτεινόμενου συστήματος, ολοκλήρωσαν εργαστηριακή άσκηση. Τέλος έγινε συζήτηση για το σύστημα και οι φοιτητές κλήθηκαν να απαντήσουν σε σχετικό ερωτηματολόγιο. Τα συμπεράσματα ήταν πολύ ενθαρρυντικά, οι συμμετέχοντες εξέφρασαν θετική στάση σχετικά με τη χρήση του συστήματος.

**Λέξεις Κλειδιά :** υπολογιστικό νέφος, εκπαίδευση, infrastructure as code, εικονικό εργαστήριο

## **ABSTRACT**

A cloud computing system is proposed for the creation of IT laboratories in the educational structures of the Greek primary and secondary education. The computer laboratory requirements of the courses taught at the two levels of education are known, which enables us to build standard virtual computers with all the requirements of each separate educational level and each class. Each teacher, at the beginning of the school term, will be able to use these standard virtual computers and create their own virtual laboratory, depending on the level and class that will need it. Succeeding in this way, all students will have the same working environment, without malfunctions, from devices that may be completely different from each other. What is done in this work is to investigate whether it is possible to operate a system based on the proposed system mentioned above. To do this investigation a literature search was first conducted to document similar applications where IT labs were implemented in cloud computing infrastructures. Then research was done on the existing logistical infrastructure of the school units as well as the software used. Having an image of the laboratories, a transition system of the laboratories to a private cloud computing platform was designed. To evaluate the system, a pilot application was made at the University of Ioannina where the students, through the proposed system, completed a laboratory exercise. Finally, there was a discussion about the system and the students were asked to answer a related questionnaire. The conclusions were very encouraging, the participants expressed a positive attitude towards the use of the system.



# Περιεχόμενα

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	vi
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	vii
ABSTRACT .....	viii
Εικόνες.....	xii
Γραφήματα .....	xv
Πίνακες.....	xvi
1. Εισαγωγή.....	1
1.1 Κίνητρο.....	1
1.2 Σκοπός-Αντικείμενο εργασίας.....	2
1.3 Δομή της εργασίας.....	2
ΜΕΡΟΣ Α΄ .....	3
ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	3
2 Συνοπτική Επισκόπηση του cloud computing.....	3
2.1 Υπολογιστικό νέφος.....	3
2.2 Περιγραφή μοντέλου υπολογιστικού νέφους .....	5
2.2.1 Πέντε βασικά χαρακτηριστικά: .....	5
2.2.2 Τρία μοντέλα υπηρεσιών:.....	5
2.2.3 Τέσσερα μοντέλα ανάπτυξης.....	9
2.3 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα υπολογιστικού νέφους.....	10
2.3.1 Πλεονεκτήματα.....	10
2.3.2 Μειονεκτήματα.....	12
2.4 Πάροχοι υπολογιστικού νέφους.....	14
2.5 Τιμολόγηση υπηρεσιών .....	14
2.6 Επιλογή παρόχου .....	16
3 Σχετικές εργασίες .....	17

4	Amazon Web Service (AWS).....	21
4.1	Εισαγωγή .....	21
4.2	Παγκόσμια υποδομή AWS .....	21
4.3	Infrastructure as Code (IaC).....	23
4.3.1	Εισαγωγή .....	23
4.3.2	Δηλωτική και επιτακτική προσέγγιση στο IaC .....	24
4.3.3	Πλεονεκτήματα του IaC .....	25
4.3.4	Εργαλεία IaC .....	25
4.3.5	Σχέση με πρακτικές DevOps .....	25
4.3.6	Έννοιες υπηρεσίας CloudFormation .....	26
4.3.7	Ανατομία ενός προτύπου.....	26
	ΜΕΡΟΣ Β΄ .....	29
	ΠΡΑΚΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ .....	29
5	Προτεινόμενο σύστημα .....	29
5.1	Ανάλυση.....	29
5.1.1	Καταγραφή υφιστάμενης κατάστασης υλικού .....	30
5.1.2	Καταγραφή υφιστάμενης κατάστασης Λογισμικού .....	33
5.1.3	Κύριες δυσκολίες των υποδομών πληροφορικής στην εκπαίδευση.....	36
5.2	Σχεδίαση .....	37
5.2.1	Θεωρητική περιγραφή σχεδίασης.....	37
5.2.2	Συνολική αρχιτεκτονική και λειτουργία.....	39
5.2.3	AWS CloudFormation (CF) .....	41
5.2.4	Χρήση του CF .....	41
5.2.5	Προδιαγραφές Εικονικού Εργαστηρίου .....	41
5.3	Υλοποίηση .....	43
5.3.1	Είσοδος στο σύστημα της AWS.....	43

5.3.2	Διαδικασία δημιουργίας περιβάλλοντος εικονικού εργαστηρίου με τη χρήση του CloudFormation .....	45
5.3.3	Πρότυπο vpc.yaml.....	45
5.3.4	Πρότυπο SimpleAD.yaml.....	46
5.3.5	Πρότυπο Lambda.yaml.....	46
5.3.6	Πρότυπο Workspaces.yaml .....	47
5.3.7	Στάδιο δημιουργίας πρότυπου WorkSpace. ....	47
5.3.8	Σύνδεση στο σύστημα .....	50
5.3.9	Στάδιο δημιουργίας αντιγράφων πρότυπου WorkSpace .....	53
5.3.10	Σύνδεση μαθητών στην πλατφόρμα .....	62
5.4	Δοκιμή συστήματος .....	65
5.4.1	Οργάνωση δοκιμής.....	65
5.5	Αξιολόγηση.....	66
6	Συμπεράσματα.....	71
	Βιβλιογραφία.....	73
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α -Ερωτηματολόγιο.....	76
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β - Κώδικας αρχείων .....	78

## Εικόνες

Εικόνα 2-1 Αναπαράσταση του "Internet" με την μορφή σύννεφου .....	4
Εικόνα 2-2 Infrastructure as a Service – IaaS .....	6
Εικόνα 2-3 Platform as a Service – PaaS .....	7
Εικόνα 2-4 Software as a Service – SaaS .....	8
Εικόνα 2-5 Σύγκριση On-premise - IaaS - PaaS - SaaS .....	8
Εικόνα 2-6 Υβριδικό σύννεφο, συνδυασμός δημοσίου και ιδιωτικού δικτύου .....	9
Εικόνα 2-7 Magic Quadrant for Cloud Infrastructure and Platform Services [20] .....	14
Εικόνα 4-1 AWS Global Infrastructure Map .....	22
Εικόνα 4-2 Τρεις Ζώνες διαθεσιμότητας σε ένα Region .....	23
Εικόνα 5-1 Αρχιτεκτονική αποτύπωση λύσης .....	40
Εικόνα 5-2 Αρχική οθόνη στο site της aws όπου συνδεόμαστε ως root users.....	44
Εικόνα 5-3 Οθόνη στο site της AWS όπου συνδεόμαστε ως IAM users.....	44
Εικόνα 5-4 Αρχική κονσόλα επιλογής υπηρεσιών.....	48
Εικόνα 5-5 Επιλογή Domain .....	48
Εικόνα 5-6 Δημιουργία χρήστη.....	49
Εικόνα 5-7 Επιλογή bundle .....	49
Εικόνα 5-8 Επιλογή συμπεριφοράς Auto Stop του workspace.....	49
Εικόνα 5-9 Λεπτομέρειες του workspace που δημιουργήθηκε.....	50
Εικόνα 5-10 Οδηγίες που έχουν σταλεί από την πλατφόρμα στο χρήστη για να συνδεθεί .....	50
Εικόνα 5-11 Επιφάνεια εργασίας πρώτου μηχανήματος.....	51
Εικόνα 5-12 Λεπτομέρειες κατάστασης λειτουργίας του Workspace.....	51
Εικόνα 5-13 Δημιουργούμε το image το πρώτου μας Workspace .....	52
Εικόνα 5-14 Λεπτομέρειες δημιουργημένου bundle.....	53

Εικόνα 5-15 Λίστα των bundles που έχουμε δημιουργήσει, εμείς έχουμε ένα.....	53
Εικόνα 5-16 Δημιουργία του πρώτου Stack.....	53
Εικόνα 5-17 Επιλέγουμε το αρχείο vpc1.yaml με σκοπό να δημιουργήσουμε το VPC .....	54
Εικόνα 5-18 Κατάσταση δημιουργίας των επι μέρους υπηρεσιών που θα έχει το VPC.....	55
Εικόνα 5-19 Κατάσταση του πρώτου Stack δημιουργίας VPC. ....	56
Εικόνα 5-20 Το σύνολο των υπηρεσιών που δημιουργήθηκαν.....	57
Εικόνα 5-21 Εκτέλεση δημιουργίας του ActiveDirectory .....	57
Εικόνα 5-22 Επιλογή VPC και subnet στο οποίο θα γίνει η σύνδεση του ActiveDirectory μας. .....	58
Εικόνα 5-23 Δημιουργία των χρηστών που θα έχουμε στο εργαστήριο, student1..10 .....	59
Εικόνα 5-24 Επιλέγουμε Update Details για να επιλέξουμε τους τρόπους σύνδεσης των χρηστών στην πλατφόρμα. ....	59
Εικόνα 5-25 Δίνουμε δυνατότητα σύνδεσης από όλα τα είδη συσκευών (Web, iOS, Zero clients, Linux Windows MacOS, κ.α) .....	60
Εικόνα 5-26 Φαίνεται η κατάσταση των τριών stacks .....	60
Εικόνα 5-27 Εισάγουμε τα ονόματα των χρηστών που θα έχουν πρόσβαση στην πλατφόρμα. .....	61
Εικόνα 5-28 Κατάσταση δημιουργίας των WorkSpaces.....	61
Εικόνα 5-29 Ορίζουμε κωδικό πρόσβασης του χρήστη.....	62
Εικόνα 5-30 Επιλέγουμε να κατεβάσουμε το πρόγραμμα της συσκευής που θα χρησιμοποιήσουμε.....	62
Εικόνα 5-31 Εισάγουμε το registration code του WorkSpace που δημιουργήσαμε.....	63
Εικόνα 5-32 Εισάγουμε το user name και το password για να συνδεθούμε .....	63
Εικόνα 5-33 Διαδικασία εισόδου .....	64
Εικόνα 5-34 Επιφάνεια εργασίας του WorkSpace που έχει ο χρήστης στη τελική μορφή. 64	
Εικόνα 5-35 Βασικές λεπτομέρειες συστατικών του μηχανήματος μας.....	65
Εικόνα 5-36 Συνολική αποτύπωση ερωτήσεων .....	71



## Γραφήματα

Γράφημα 5-1 Ποσοστά ανά επεξεργαστή .....	31
Γράφημα 5-2 Ποσοστά ανά Λειτουργικό Σύστημα .....	32
Γράφημα 5-3 Έχετε χρησιμοποιήσει στο παρελθόν κάποια υπηρεσία υπολογιστικού νέφους (cloud computing) εκτός του Google Drive; .....	67
Γράφημα 5-4 Παρατηρήσατε προβλήματα λειτουργικότητας στην εφαρμογή Packet Tracer που χρησιμοποιήσατε; .....	67
Γράφημα 5-5 Είχατε αποσυνδέσεις του συστήματος κατά τη διάρκεια χρήσης του; .....	68
Γράφημα 5-6 Η χρήση του συστήματος έχει υψηλή αξία κατά τη γνώμη μου; .....	69
Γράφημα 5-7 Θα σας άρεσε να χρησιμοποιηθεί το σύστημα και σε άλλα μαθήματα; .....	69
Γράφημα 5-8 Το σύστημα σας έχει προκαλέσει το ενδιαφέρον για χρήση cloud υπηρεσιών στο μέλλον; .....	70

## Πίνακες

Πίνακας 2-1 Συγκριτικός πίνακας κόστους των 3 παρόχων για 10 ίδια μηχανήματα με 100 ώρες λειτουργίας το μήνα.....	15
Πίνακας 5-1 Πλήθος σχολείων ανά κατηγορία .....	30
Πίνακας 5-2 Επεξεργαστές μηχανημάτων εργαστηρίων πληροφορικής .....	31
Πίνακας 5-3 Ποσοστά Λειτουργικών Συστημάτων στα εργαστήρια πληροφορικής Δημόσιων Σχολείων .....	32
Πίνακας 5-4 Λογισμικά Γενικής Χρήσης [39] .....	33
Πίνακας 5-5 Λογισμικά ειδικοτήτων.....	34
Πίνακας 5-6 Workstation's Configuration .....	42
Πίνακας 5-7 Δικτυακός σχεδιασμός διευθύνσεων .....	42



# 1. Εισαγωγή

Στο μοντέλο υπολογιστικού νέφους (cloud computing) ο πελάτης έχει πρόσβαση στους πόρους που έχει ανάγκη μέσω του Διαδικτύου και δεν χρειάζεται να εγκαταστήσει και να συντηρεί το δικό του φυσικό κέντρο δεδομένων. Το cloud computing παρέχει πόρους, όπως διακομιστές, αποθηκευτικούς χώρους, εφαρμογές και υπηρεσίες, παντού με ελάχιστη διαχείριση. Μεγάλοι πάροχοι υπολογιστικού νέφους, ιδιωτικοί ή δημόσιοι, συντηρούν τεράστια κέντρα υπολογιστών σε διάφορα σημεία στον κόσμο. Ενοικιάζουν τους υπολογιστικούς πόρους σε άτομα, εταιρίες και οργανισμούς παρέχοντας τους ένα πλήθος πλεονεκτημάτων. Ουσιαστικά, με την προώθηση αυτού του συστήματος, φεύγουμε από το μοντέλο του φυσικού τοπικού εξοπλισμού (on-premise), στο χώρο του πελάτη, και περνάμε στο μοντέλο της ενοικίασης υπολογιστικών πόρων των οποίων μάλιστα, στη πραγματικότητα, δεν ξέρουμε καν που ακριβώς βρίσκεται [1]. Σκοπός όλων αυτών των τεράστιων αλλαγών είναι για να επωφεληθούμε των πλεονεκτημάτων που μας εξασφαλίζει η νέα κατάσταση και αυτά σίγουρα είναι πολλά και σημαντικά. Δεν θα μπορούσε άλλωστε να υιοθετηθεί, σε τόσο μεγάλο βαθμό, εάν δεν υπήρχαν τόσο σημαντικά πλεονεκτήματα. Κωδικοποιημένα αυτά είναι: η απλοποίηση διαχείρισης υποδομής, η μείωση κόστους, η αξιοπιστία, η διαχείριση καταστροφών, το πράσινο αποτύπωμα, η μεγάλη διαθεσιμότητα, η αύξηση της ταχύτητας και η ευελιξία [2][3].

## 1.1 Κίνητρο

Τόσο η ανομοιογένεια του εργαστηριακού εξοπλισμού σε υλικό και λογισμικό, από τη μια, όσο και οι συνεχείς μεταβολές των προγραμμάτων σπουδών, από την άλλη, συνθέτουν ένα πλέγμα πραγμάτων που μπορεί να σταθεί εμπόδιο στην ομαλή λειτουργία της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Κατ' επέκταση αυτή η πολυπλοκότητα δυσχεραίνει την εκπαιδευτική διαδικασία, άρα και την ποιότητα της προσφερόμενης εκπαίδευσης. Η χρήση των υπηρεσιών υπολογιστικού νέφους μπορούν να δώσουν απάντηση στην ανομοιογένεια εξοπλισμού, στην συνεχόμενη εξέλιξη και στις διαφορετικές απαιτήσεις προγραμμάτων σπουδών; Στόχος αυτής της εργασίας είναι να διερευνήσει αυτή την δυνατότητα.

Στην εργασία αυτή το ερώτημα που τίθεται είναι κατά πόσο η τεχνολογία cloud computing θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά στο χώρο της εκπαίδευσης. Συγκεκριμένα εξετάζεται αν είναι εφικτή η παροχή ποιοτικής εκπαίδευσης στο ελληνικό εκπαιδευτικό

σύστημα γνωρίζοντας ότι η υφιστάμενη τεχνολογική κατάσταση των σχολείων αντιμετωπίζει αρκετά προβλήματα.

## 1.2 Σκοπός-Αντικείμενο εργασίας

Με το βλέμμα στα πλεονεκτήματα της νέας αυτής τεχνολογίας εξετάζουμε την περίπτωση μεταφοράς των εργαστηρίων πληροφορικής, που υπάρχουν στις δημόσιες δομές Α/θμιας και Β/θμιας εκπαίδευσης, σε πλατφόρμες υπολογιστικού νέφους. Οι απαιτήσεις των εργαστηριακών μαθημάτων είναι συγκεκριμένες πράγμα που μας βοηθά να σχεδιάσουμε από πριν τα εργαστήρια που θέλουμε και να κάνουμε τις απαραίτητες δοκιμές για να διαπιστώσουμε εάν αυτή η μεταφορά είναι εφικτή. Ως πλατφόρμα υλοποίησης δοκιμών επιλέχθηκε η εταιρία Amazon Web Service (AWS) με χρήση του εργαλείου Infrastructure as Code (IaC).

## 1.3 Δομή της εργασίας

Η παρούσα εργασία αποτελείται από 6 κεφάλαια όπως φαίνονται παρακάτω:

- Κεφάλαιο 1      Γίνεται μια εισαγωγή στο θέμα της εργασίας εισάγοντας τον προβληματισμό και τους στόχους της, επίσης δίνεται και η δομή της εργασίας.
- Κεφάλαιο 2      Μελετάται και αναλύεται η νέα τεχνολογία του υπολογιστικού νέφους, παρουσιάζοντας τα βασικά χαρακτηριστικά της.
- Κεφάλαιο 3      Παρουσιάζονται σχετικές εργασίες της βιβλιογραφίας όπου εκπαιδευτικές δομές υιοθέτησαν με κάποιο τρόπο cloud υπηρεσίες
- Κεφάλαιο 4      Παρουσιάζεται η πλατφόρμα AWS και κάποιες υπηρεσίες της
- Κεφάλαιο 5      Παρουσιάζονται τα στάδια του προτεινόμενου συστήματος, ανάλυση, σχεδίαση, υλοποίηση και δοκιμή.
- Κεφάλαιο 6      Παρουσιάζονται τα συμπεράσματα της εργασίας.

# ΜΕΡΟΣ Α΄

## ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

### 2 Συνοπτική Επισκόπηση του cloud computing

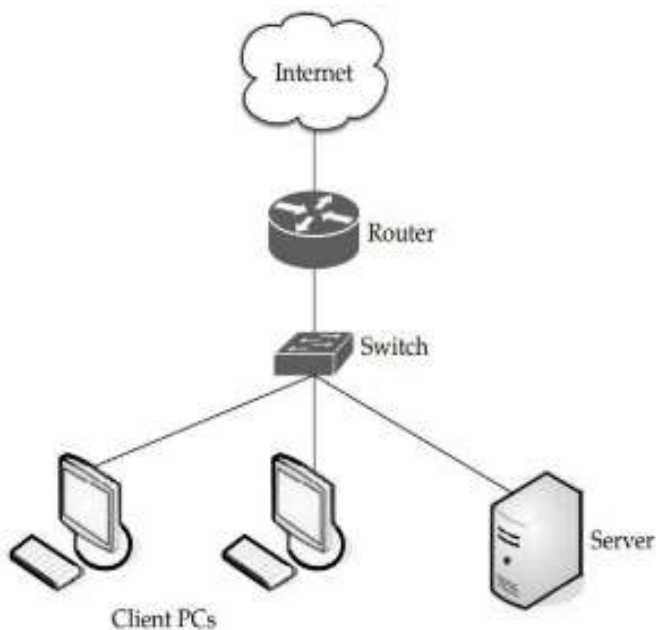
#### 2.1 Υπολογιστικό νέφος

Η επιστήμη της πληροφορικής είναι αρκετά δυναμική, όπως όλες οι επιστήμες άλλωστε, συνεχώς προτείνονται καινούργιες ιδέες με διαφορετικές προσεγγίσεις κάθε φορά προκειμένου να εισαχθούν καινοτομίες που θα βελτιώνουν κάποια κατάσταση και να λύνουν προβλήματα. Μια τέτοια καινοτομία θα μπορούσαμε να πούμε ότι είναι και το υπολογιστικό νέφος ή cloud computing. Ψάχνοντας βέβαια για την προέλευση της ιδέας αυτής της νέας τεχνολογίας θα μπορούσαμε να πούμε ότι δεν είναι και τόσο νέα αφού το 1961 στο MIT ο McCarthy έκανε την πρώτη παρουσίαση της ιδέας του υπολογιστικού νέφους δηλαδή η υπολογιστική ισχύς να παρέχεται ως δημόσια υπηρεσία στους χρήστες. Τις επόμενες πέντε δεκαετίες εισήχθησαν διάφορες καινοτομίες που έκαναν το όραμα το McCarthy πραγματικότητα. Την δεκαετία του '60 ο J. C. R. Licklider ανέπτυξε το ARPANET τον πρόδρομο του Διαδικτύου, το '71 ο μηχανικός της Intel, Ray Tomlinson, ανέπτυξε λογισμικό που επέτρεπε στους χρήστες να στέλνουν μηνύματα το '76, ο Robert Metcalfe της Xerox παρουσίασε το Ethernet, το '91 το CERN κυκλοφόρησε τον Παγκόσμιο Ιστό για γενική χρήση, το '93, το πρόγραμμα περιήγησης ιστού, Mosaic, που επέτρεψε την εμφάνιση γραφικών στο Διαδίκτυο. Στα τέλη της δεκαετίας του '90 και στις αρχές της δεκαετίας του 2000 η διαθεσιμότητα πολλαπλών εικονικών αρχιτεκτονικών στο ίδιο φυσικό μέσο, το εκτεταμένο εύρος ζώνης υψηλής ταχύτητας και τα παγκόσμια πρότυπα διαλειτουργικότητας λογισμικού δημιούργησαν το κατάλληλο περιβάλλον για να απογειωθεί τελικά το cloud computing [4].

Όταν θέλουμε να σχεδιάσουμε την δομή μιας συνδεσμολογίας υπολογιστών που έχει πρόσβαση στο διαδίκτυο σχεδιάζουμε τους υπολογιστές πελάτες και εξυπηρετητές να είναι συνδεδεμένοι με ένα τοπικό Switch το οποίο με τη σειρά του είναι συνδεδεμένο με ένα τοπικό δρομολογητή. Ο δρομολογητής είναι συνδεδεμένος με το διαδίκτυο. Ουσιαστικά το Cloud Computing είναι ο συνδυασμός υλικού και λογισμικού για να προσφερθούν διάφορες

υπηρεσίες πάνω από το διαδίκτυο, χρήστες έχουν πρόσβαση σε αρχεία και εφαρμογές από οποιαδήποτε συσκευή αρκεί αυτή να μπορεί να συνδεθεί στο διαδίκτυο. Για να αναπαραστήσουμε το διαδίκτυο σχεδιάζουμε ένα μικρό σύννεφο συνδεδεμένο με τον δρομολογητή όπως στην εικόνα 2-1. Το όνομα “υπολογιστικό σύννεφο“ ή “νέφος” ή “cloud computing” φαίνεται να υιοθετήθηκε από ένα διάγραμμα δικτύου υπολογιστών που χρησιμοποιήθηκε για να προσομοιάσει το διαδίκτυο [5].

Όλα αυτά τα χρόνια, και κυρίως τις δυο τελευταίες δεκαετίες, έχουν διατυπωθεί διάφοροι ορισμοί του υπολογιστικού νέφους δίνοντας έμφαση στις υπηρεσίες και τα τεχνικά χαρακτηριστικά. Ο ορισμός με τις περισσότερες αναφορές είναι αυτός του Εθνικού Ινστιτούτου Προτύπων και Τεχνολογίας των ΗΠΑ (NIST) όπου ορίζει το υπολογιστικό



Εικόνα 2-1 Αναπαράσταση του "Internet" με την μορφή σύννεφου

νέφος ως «ένα μοντέλο που επιτρέπει την πανταχού παρούσα, εύκολη, κατά παραγγελία δικτυακή πρόσβαση σε ένα κοινό χώρο τροποποιήσιμων υπολογιστικών πόρων (όπως δίκτυα, διακομιστές, αποθηκευτικό χώρο, υπηρεσίες και εφαρμογές) που μπορούν εύκολα να προσφερθούν στο χρήστη αλλά και να αποδεσμευθούν από αυτόν σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα με ελάχιστη προσπάθεια αλληλεπίδρασης με τον πάροχο που τους προσφέρει»[6].

## 2.2 Περιγραφή μοντέλου υπολογιστικού νέφους

Για να γίνει πιο σαφές το μοντέλο του υπολογιστικού νέφους παρακάτω αναφέρονται τα πέντε βασικά χαρακτηριστικά του, τα τρία μοντέλα υπηρεσιών και τα τέσσερα μοντέλα ανάπτυξης σύμφωνα και με το Ινστιτούτο Προτύπων των ΗΠΑ [1] [7].

### 2.2.1 Πέντε βασικά χαρακτηριστικά:

- Αυτοεξυπηρέτηση κατ' απαίτηση (On-demand service). Οι χρήστες μπορούν να συνδεθούν σε ένα ιστότοπο και να χρησιμοποιήσουν υπηρεσίες ιστού για πρόσβαση σε πρόσθετους υπολογιστικούς πόρους ύστερα από απαίτηση τους, όποτε θέλουν και χωρίς να παρέμβει άνθρωπος στην όλη διαδικασία.
- Ευρεία δικτυακή πρόσβαση (Broad network access). Μπορούμε να έχουμε πρόσβαση στις υπηρεσίες του υπολογιστικού νέφους από οποιαδήποτε συσκευή που έχει την δυνατότητα σύνδεσης στο διαδίκτυο.
- Συγκέντρωση πόρων (Resource pooling). Στα υπολογιστικά σύννεφα πολλαπλών διαμοιρασμών οι πελάτες μοιράζονται μια ομάδα υπολογιστικών πόρων με άλλους πελάτες και αυτοί οι πόροι μπορούν να ανακατανεμηθούν δυναμικά σε απομακρυσμένα υπολογιστικά κέντρα.
- Ταχεία ελαστικότητα (Rapid elasticity). Ταχεία και ελαστική (εύκολη προσθαφαίρεση) υπολογιστικών πόρων έτσι ώστε οι πελάτες να μπορούν να κλιμακώσουν τα συστήματά τους ανά πάσα στιγμή σύμφωνα με τις μεταβαλλόμενες ανάγκες τους.
- Μετρήσιμες υπηρεσίες (Measured services). Οι πάροχοι υπολογιστικού νέφους χρεώνουν τους πελάτες βάση της χρήσης των υπηρεσιών που κάνουν στα συστήματά τους, αφού έχουν την δυνατότητα να καταγράφουν συνεχώς τους πόρους που αυτοί χρησιμοποιούν, το χαρακτηριστικό αυτό είναι ένα θεμελιώδες στοιχείο του υπολογιστικού νέφους.

### 2.2.2 Τρία μοντέλα υπηρεσιών:

- Υποδομή ως υπηρεσία (Infrastructure as a Service – IaaS). Ο χρήστης έχει την δυνατότητα να ελέγξει το λειτουργικό σύστημα των χώρων αποθήκευσης και των αναπτυγμένων εφαρμογών του, δεν διαχειρίζεται ούτε ελέγχει την υποδομή cloud. Δηλαδή παρέχονται τα physical datacenters ως εικονικά στοιχεία πάνω στα οποία οι

χρήστες ενοικιάζουν για να εγκαταστήσουν τα λειτουργικά τους συστήματα και οποιαδήποτε άλλη εφαρμογή θέλουν.



Εικόνα 2-2 Infrastructure as a Service – IaaS

Ο πάροχος παρέχει servers, storages, networking και security, όπως φαίνεται στην εικόνα 2-2. Είναι το μοντέλο που πλησιάζει περισσότερο στα on-premise μηχανήματα που ξέρουμε. Αποτελεί την πιο βασική υπηρεσία που μπορεί κάποιος να ενοικιάσει από cloud πάροχο, ο χρήστης είναι υπεύθυνος για τα updates των εφαρμογών και του λειτουργικού του, τους ρόλους και τους χρήστες του. Είναι μοντέλο pay-as-you-go (πληρώνεις όσο χρησιμοποιείς) πληρώνοντας ανάλογα τους servers, storages και networking που χρησιμοποιούνται. Ως πλεονεκτήματα θα μπορούσαμε να πούμε το μειωμένο αρχικό κόστος αγοράς servers, δυνατότητα ευκινησίας, μπορούμε να προσθέσουμε και να αφαιρέσουμε εύκολα servers. Δεν χρειάζονται εξειδικευμένες γνώσεις διαχείρισης του υλικού [8].

- Πλατφόρμα ως υπηρεσία (Platform as a Service – PaaS). Η δυνατότητα που παρέχεται στον πελάτη του υπολογιστικού σύννεφου να αναπτύξει τις εφαρμογές του κάνοντας χρήση γλώσσες προγραμματισμού, βιβλιοθήκες, υπηρεσίες και εργαλεία που υποστηρίζονται από τον πάροχο. Σε αυτή την περίπτωση ο χρήστης δεν διαχειρίζεται ούτε μπορεί να ελέγξει την υποδομή στην οποία είναι εγκατεστημένες οι υπηρεσίες που χρησιμοποιεί συμπεριλαμβανομένου του δικτύου, των διακομιστών, του λειτουργικού συστήματος ή του χώρου αποθήκευσης. Τον μόνο έλεγχο που έχει είναι των εφαρμογών που έχει αναπτύξει ο ίδιος και τις ρυθμίσεις διαμόρφωσης για το περιβάλλον φιλοξενίας τους [5].

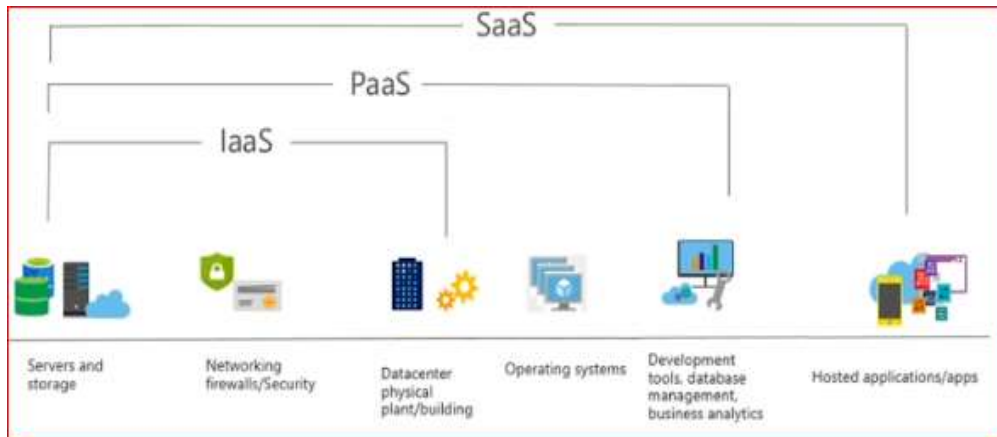


Εικόνα 2-3 Platform as a Service – PaaS

Ο πάροχος εκτός από τους Servers, Storages, Networking, Security, παρέχει ακόμη το λειτουργικό σύστημα και τα εργαλεία που χρειάζονται για την ανάπτυξη εφαρμογών (γλώσσες προγραμματισμού βιβλιοθήκες κ.α), όπως στην εικόνα 2-3, ο χρήστης δεν έχει την ευθύνη λειτουργικότητας και συντήρησης του συστήματος.

Είναι κυρίως μοντέλο που ταιριάζει σε περιπτώσεις ανάπτυξης εφαρμογών, ο χρήστης είναι προσανατολισμένος στο θέμα ανάπτυξης της εφαρμογής χωρίς να χάνει χρόνο στο να δημιουργήσει κάποιο virtual machine με ρόλους και χρήστες που θα χρησιμοποιήσει για να εργαστεί. Ουσιαστικά πρόκειται για ένα solution package που περιλαμβάνει ότι χρειάζεται ένας προγραμματιστής για δημιουργία και δοκιμή εφαρμογών [9].

- Λογισμικό ως υπηρεσία (Software as a Service – SaaS). Η δυνατότητα που παρέχεται στον καταναλωτή είναι να χρησιμοποιήσει τις εφαρμογές του παρόχου που εκτελούνται κάπου στο σύννεφο. Την δυνατότητα αυτή την αποκτά αφού εγκαταστήσει στην συσκευή του κάποιο ελαφρύ πρόγραμμα διεπαφής με την πλατφόρμα. Ο χρήστης της εφαρμογής δεν διαχειρίζεται ή ελέγχει την υποκείμενη υποδομή cloud, δηλαδή ούτε τα δίκτυα, ούτε τους διακομιστές, ούτε τα λειτουργικά συστήματα, ούτε τους αποθηκευτικούς χώρους [10].

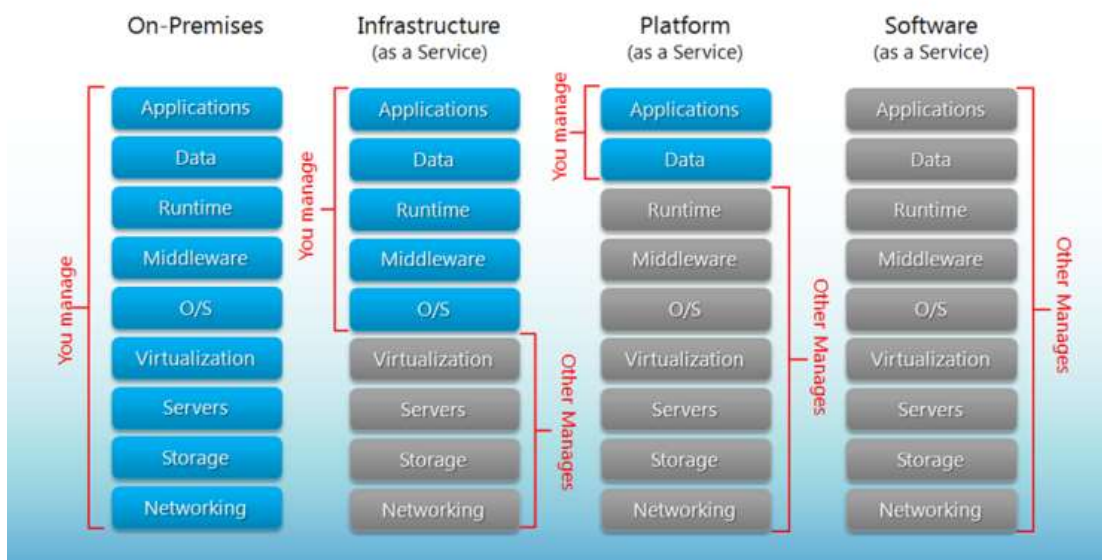


Εικόνα 2-4 Software as a Service – SaaS

Ο πάροχος προσφέρει Servers, Storage, Networking, Security, λειτουργικό σύστημα και την τελική εφαρμογή η οποία είναι έτοιμη για χρήση χωρίς να μπορεί ο τελικός χρήστης να επεμβεί ή να τροποποιήσει αυτή την εφαρμογή, εικόνα 2-4.

Σε αυτή την περίπτωση ο χρήστης ασχολείται μόνο με τα δεδομένα του και πώς αυτά θα τα επεξεργαστεί με το λογισμικό που ενοικιάζει.

## Separation of Responsibilities



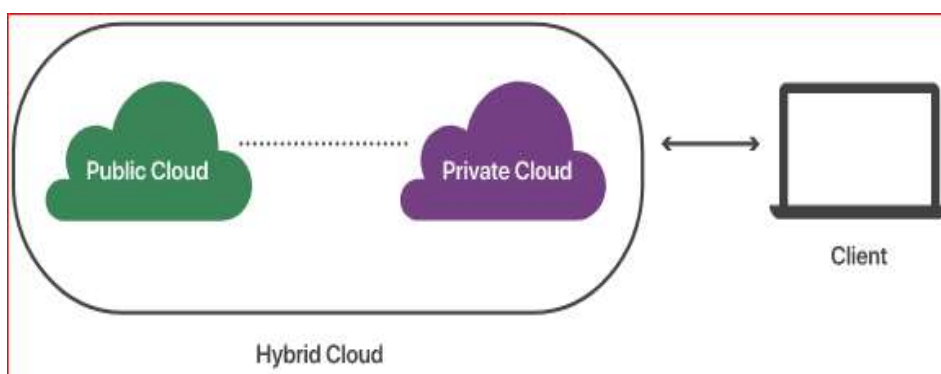
Εικόνα 2-5 Σύγκριση On-premise - IaaS - PaaS - SaaS

Παραπάνω, εικόνα 2-5, φαίνονται συνολικά τα μοντέλα υπηρεσιών, τι έχει ευθύνη διαχείρισης ο χρήστης του συστήματος και τι έχει ευθύνη διαχείρισης ο πάροχος.



### 2.2.3 Τέσσερα μοντέλα ανάπτυξης

- **Ιδιωτικό σύννεφο (Private cloud).** Στο μοντέλο αυτό η υποδομή του cloud παρέχεται συγκεκριμένα μόνο σε έναν οργανισμό για αποκλειστική χρήση, ο οργανισμός μπορεί να έχει πολλούς χρήστες, η υποδομή μπορεί να είναι εγκατεστημένη μέσα ή και έξω από τις εγκαταστάσεις του.
- **Σύννεφο κοινότητας (Community cloud).** Στο μοντέλο αυτό η υποδομή παρέχεται για αποκλειστική χρήση από μια κοινότητα χρηστών. Μπορεί να διαχειρίζεται και να λειτουργεί από έναν ή περισσότερους από τους οργανισμούς της κοινότητας ή και ένα τρίτο μέρος, μπορεί να είναι εγκατεστημένος μέσα στις δομές της κοινότητας ή και εκτός αυτών.
- **Δημόσιο σύννεφο (Public cloud).** Στο μοντέλο αυτό το σύννεφο προσφέρεται για ανοιχτή χρήση από το ευρύ κοινό. Μπορεί να ανήκει σε επιχειρήσεις, πανεπιστήμια ή κυβερνητικούς οργανισμούς ή συνδυασμός αυτών. Οι υποδομές βρίσκονται στις εγκαταστάσεις του παρόχου. Οι υπηρεσίες που προσφέρονται σε ένα τέτοιο σύστημα κυρίως γίνονται επί πληρωμή.
- **Υβριδικό σύννεφο (Hybrid cloud),** εικόνα 2-6. Στο μοντέλο αυτό έχουμε μια σύνθεση των παραπάνω μοντέλων ιδιωτικού, κοινότητας ή δημοσίου. Συνδέονται μεταξύ τους με τυποποιημένη ή αποκλειστική τεχνολογία για να επιτευχθεί η ασφαλή μεταφορά δεδομένων. Ένα τέτοιο σύστημα θα μπορούσε να δημιουργήσει ένας οργανισμός όπου το δημόσιο σύννεφο θα είναι αντίγραφο ασφαλείας του ιδιωτικού [11].



Εικόνα 2-6 Υβριδικό σύννεφο, συνδυασμός δημοσίου και ιδιωτικού δικτύου

## 2.3 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα υπολογιστικού νέφους.

Παρακάτω παρουσιάζονται με κάποια περιγραφή τα πλεονεκτήματα αλλά και τα μειονεκτήματα της τεχνολογίας υπολογιστικού νέφους, έτσι θα αποκτήσουμε μια ποιο ολοκληρωμένη εικόνα για αυτή την νέα τεχνολογία.

### 2.3.1 Πλεονεκτήματα

#### Απλοποίηση διαχείρισης

Η διαχείριση της υποδομής, είτε πρόκειται για υλικό είτε για λογισμικό, γίνεται περισσότερο απλή με αποτέλεσμα λιγότερους πονοκεφάλους της ομάδας υποστήριξης πληροφορικής του κάθε οργανισμού ή εταιρίας. Οι εφαρμογές είναι περισσότερο εκτεταμένες και εύχρηστες. Για να υπάρχει πρόσβαση από τους χρήστες, σε όλες αυτές τις υπηρεσίες, το μόνο που χρειάζεται είναι ένα απλό λογισμικό σε μια λειτουργική συσκευή που έχει σύνδεση στο διαδίκτυο. Οι cloud εφαρμογές είναι λιγότερο απαιτητικές, η πολυπλοκότητα διαχείρισης των εφαρμογών είναι ευθύνη του παρόχου. Οι πάροχοι άλλωστε είναι σε θέση να υιοθετούν πρώτοι τις τεχνολογίες αιχμής και να τις διαθέσουν στους πελάτες τους [12].

#### Μείωση κόστους

Αν και η δημιουργία μιας υποδομής υπολογιστικού νέφους δεν είναι φθηνή αλλά σίγουρα είναι φθηνότερη από την εγκατάσταση και συντήρηση όμοιου φυσικού συστήματος σε κάποιο οργανισμό. Η μείωση κόστους είναι ένα πλεονέκτημα που οι μεγάλες κυρίως εταιρίες ή οργανισμοί λαμβάνουν σοβαρά υπόψη τους αφού δεν απαιτούνται δαπανηρά συστήματα για περιστασιακή ανάγκη εντατικών υπολογιστικών πόρων όπως δεν απαιτείται και το ανθρώπινο δυναμικό που είναι απαραίτητο σε τέτοιου είδους συστήματα. Ο οργανισμός δεν επιβαρύνεται με την συντήρηση δαπανηρών μεγάλων συστημάτων. Οι λογαριασμοί ρεύματος και κλιματισμού, τα τέλη αδειοδότησης λογισμικού δεν επιβαρύνουν επιπλέον τον χρήστη του cloud, όπως επίσης και ο εφεδρικός εξοπλισμός για διασφάλιση υψηλής διαθεσιμότητας [13].

#### Βελτίωση ταχύτητας ανάπτυξης

Στο υπολογιστικό νέφος ένας χρήστης έχει την δυνατότητα να δημιουργήσει συστήματα μέσα σε μόλις λίγα λεπτά πράγμα που του δίνει την δυνατότητα να αναπτύξει και να δοκιμάσει νέες ιδέες χωρίς περιορισμούς υποδομής. Αντίθετα εάν ένας προγραμματιστής μιας εταιρίας χρησιμοποιούσε φυσικό εξοπλισμό και ζητούσε περισσότερη υπολογιστική ισχύ για να δοκιμάσει ένα καινούργιο προϊόν, θα έπρεπε αρχικά να εγκριθεί το κόστος νέου διακομιστή από την εταιρία, να γίνει η προμήθεια του νέου εξοπλισμού, να γίνουν οι ρυθμίσεις του και πιθανώς να γίνει και επανεκκίνηση του συστήματος. Στο cloud ο προγραμματιστής όλα αυτά τα υλοποιούσε σε λίγα μόλις λεπτά. Θα μπορούσε να δημιουργήσει μια εικονική μηχανή με τις απαιτήσεις που θέλει, να κάνει τις δοκιμές του νέου προϊόντος, και στο τέλος να αποδεσμεύσει την εικονική μηχανή.

### Πράσινο αποτύπωμα

Το πράσινο αποτύπωμα είναι η εξοικονόμηση των επιβλαβών εκπομπών από την μη λειτουργία εκτεταμένης χρήσης συστημάτων σε οργανισμούς. Είναι η μείωση σε ελάχιστο βαθμό ηλεκτρονικών αποβλήτων που παράγονται με την πάροδο του χρόνου. Η ετήσια αξία συμβολαίων σε υπηρεσίες IaaS αυξήθηκαν περισσότερο από 50% πράγμα που σημαίνει ότι οι επιχειρήσεις ακολουθούν το δρόμο του υπολογιστικού νέφους. Η υιοθέτηση υπολογιστικού νέφους και αποθήκευσης μπορεί να μειώσει τις εκπομπές κατά 90% σε σύγκριση με τη χρήση υποδομών on-premise [14]. Μάλιστα η Microsoft ισχυρίζεται ότι τα οφέλη εκπομπής άνθρακα από τη χρήση του Microsoft cloud είναι μεταξύ 22 και 93% [15]. Η AWS ισχυρίζεται ότι η μεταφορά των επιχειρηματικών εφαρμογών στις πλατφόρμες της θα μειώνει τη σχετική χρήση ενέργειας στην Ευρώπη σχεδόν 80% και τις εκπομπές άνθρακα κατά 96% αφού η εταιρία χρησιμοποιεί ανανεώσιμες πηγές ενέργειας [16].

### Ασφάλεια δεδομένων

Οι πάροχοι υπολογιστικού νέφους προκειμένου να δημιουργήσουν τα κατάλληλα μέτρα κυβερνοασφάλειας για τη μέγιστη προστασία των δεδομένων και εφαρμογών της αφιερώνουν πολύ χρόνο και χρήμα, τόσα που σε καμία περίπτωση δεν θα μπορούσε να διαθέσει μια απλή επιχείρηση. Μερικά από αυτά τα μέτρα είναι [13]:

- η κρυπτογράφηση δεδομένων από άκρο σε άκρο
- ασφαλή πρωτόκολλα ελέγχου ταυτότητας
- στοιχεία ελέγχου μηδενικής εμπιστοσύνης

- διατήρηση δεδομένων σε κατακευμαμένα συστήματα διαφορετικών τοποθεσιών
- ασφάλεια υποδομής που περιλαμβάνει εγκατάσταση αυστηρού ελέγχου πρόσβασης, εγκατάσταση firewalls, χρήση VPN, behavioral analytics, data encryption, συστήματα ανίχνευσης εισβολών [17].
- Δημιουργία αντιγράφων ασφαλείας και ανάκτησης δεδομένων

### Αυξημένη διαθεσιμότητα

Η αξιοπιστία αυτών των συστημάτων είναι αρκετά υψηλή όσον αφορά τη διαθεσιμότητα. Οι διακοπές λειτουργίας των υπηρεσιών είναι πολύ λιγότερες στο υπολογιστικό νέφος από ότι σε φυσική υποδομή ενός οργανισμού. Οι περισσότεροι πάροχοι είναι εξαιρετικά αξιόπιστοι με πολύ υψηλά ποσοστά χρόνου λειτουργίας. Έτσι οι υπηρεσίες είναι σχεδόν πάντα ενεργές και, εφόσον οι χρήστες έχουν σύνδεση στο διαδίκτυο, μπορούν να κάνουν χρήση των όποιων υπηρεσιών προσφέρονται. Η AWS στη συμφωνία επιπέδου διαθεσιμότητας (Service User Agreement – SLA) δίνει ως ποσοστό λειτουργίας το 99.9% και μάλιστα σε περίπτωση χαμηλότερων ποσοστών υπάρχει αποζημίωση πελάτη [18].

### Ευελιξίας

Η αύξηση της ταχύτητας και η ευελιξία είναι επίσης πλεονεκτήματα του υπολογιστικού νέφους αφού μπορούμε να προσθαφαιρέσουμε πόρους με μερικά κλικ, πράγμα που σημαίνει ότι μπορούμε να διαθέσουμε πόρους στους πελάτες μας σε μόλις μερικά λεπτά της ώρας σε αντίθετη περίπτωση θα χρειαζόνταν εβδομάδες.

### Προσβασιμότητα δεδομένων

Για τις μεγάλες εταιρίες που δραστηριοποιούνται σε πολλές περιοχές σε όλο τον κόσμο μπορούν πολύ εύκολα να εγκαταστήσουν τις εφαρμογές τους σε υποδομές παρόχου υπολογιστικού νέφους που βρίσκεται κοντά σε αυτούς. Έτσι θα προσφέρονται χαμηλές καθυστερήσεις και καλύτερη εμπειρία χρήσης με ελάχιστο κόστος. Διαφορετικά για να επιτευχθεί το ίδιο αποτέλεσμα η εταιρία θα έπρεπε να διατηρεί φυσικό εξοπλισμό σε όλες αυτές τις περιοχές [3].

## 2.3.2 Μειονεκτήματα

### Περιορισμένη ορατότητα και έλεγχος

Επειδή η διαχείριση των διακομιστών είναι σε μεγάλο βαθμό υποχρέωση του παρόχου υπάρχει η αίσθηση των χρηστών ότι είναι πολύ μακριά από τα δεδομένα και τις εφαρμογές τους. Αυτή η αίσθηση δεν παρουσιάζεται σε ένα σύστημα on-premise διότι υπάρχει η δυνατότητα του άμεσου ελέγχου των διακομιστών. Στην περίπτωση που παρουσιαστεί κάποιο πρόβλημα είναι από την αρχή γνωστό ότι ο μόνος που μπορεί να δράσει είναι ο πάροχος, ενώ η πλευρά IT του οργανισμού ή της εταιρίας μένουν στο περιθώριο και περιμένουν τις ενέργειες του. Αυτό δεν θεωρείται απαραίτητα κακό αλλά εξαρτάται από την αξιοπιστία του παρόχου και της ομάδας υποστήριξης που θα επιληφθούν του προβλήματος. Οι περισσότεροι πάροχοι προσφέρουν «συμφωνίες χρήσης τελικού χρήστη» που καθορίζονται με λεπτομέρεια τα δικαιώματα και οι υποχρεώσεις τους.

#### Νέοι κίνδυνοι ασφαλείας

Λόγο του μεγάλου μεγέθους των εταιριών παροχής cloud πολλές φορές αυτές μπαίνουν στο στόχαστρο των χάκερ. Αυτοί προσπαθούν να στοχεύσουν προμηθευτές με κέντρα τεράστιας ποσότητας ευαίσθητων δεδομένων. Γι' αυτό οι πιθανότητες απόπειρας επιθέσεων αυξάνονται. Επίσης στα θέματα ασφαλείας στο cloud θα πρέπει η ομάδα IT του οργανισμού ή της εταιρίας που χρησιμοποιεί το cloud να είναι εξειδικευμένη και έμπειρη για να χρησιμοποιήσει τα κορυφαία μέτρα ασφαλείας που προσφέρουν οι πάροχοι. Οι τρεις πιο κοινές αιτίες πρόσβασης μη εξουσιοδοτημένων χρηστών στο cloud είναι 1<sup>ον</sup> εσφαλμένες ρυθμίσεις, 2<sup>ον</sup> αδύναμοι κωδικοί πρόσβασης 3<sup>ον</sup> κλεμμένα διαπιστευτήρια

#### Διακοπή σύνδεσης

Χωρίς σύνδεση στο διαδίκτυο δεν είναι δυνατή η πρόσβαση στα δεδομένα και στις εφαρμογές που φιλοξενούνται στο σύννεφο. Επίσης, σε περίπτωση που ο πάροχος έχει κάποιο πρόβλημα δεν θα έχουμε την δυνατότητα να συνδεθούμε στο cloud. Γι' αυτό οι υπηρεσίες που προσφέρει μια επιχείρηση στους πελάτες της μέσω cloud θα πρέπει να βρίσκονται εγκατεστημένες σε περισσότερες από μια περιοχές. Έτσι ώστε αν μια περιοχή αντιμετωπίσει κάποιο πρόβλημα, οι πελάτες της, να εξυπηρετηθούν από την επόμενη περιοχή. Μάλιστα θα πρέπει να υπάρχει προετοιμασμένο σχέδιο αποκατάστασης από καταστροφή για να γίνεται η μετάβαση σε εφεδρικό σύστημα.

#### Περιορισμένες εκδόσεις

Κάποιοι πάροχοι cloud προσφέρουν λογισμικό μόνο περιορισμένων εκδόσεων και με τις πιο δημοφιλείς δυνατότητες. Είναι ένα πράγμα που θα πρέπει να εξετάσουμε πριν κάνουμε τη μετάβαση στο cloud, ο πάροχος που θα επιλέξουμε πρέπει να έχει τις εκδόσεις λογισμικού που επιθυμούμε για να καλύψουμε τις ανάγκες της εργασίας μας [19].

## 2.4 Πάροχοι υπολογιστικού νέφους.

Στην παρακάτω εικόνα 2-7 φαίνονται οι βασικοί παίκτες υπολογιστικού νέφους που δραστηριοποιούνται στο συγκεκριμένο χώρο. Όπως φαίνεται και στην εικόνα οι τρεις πιο σημαντικοί είναι ο Amazon Web Services (AWS), Microsoft Azure και Google [20].



Εικόνα 2-7 Magic Quadrant for Cloud Infrastructure and Platform Services [20]

Στην εικόνα φαίνονται και άλλοι μικρότεροι πάροχοι, στη συνέχεια θα κάνουμε μια μικρή σύγκριση της τιμολόγησης των τριών πρώτων για να πάρουμε μια εικόνα.

## 2.5 Τιμολόγηση υπηρεσιών

Ένα από τα βασικά κριτήρια επιλογής ενός προϊόντος έναντι άλλων είναι το οικονομικό όφελος που μπορεί να έχει ο ένας έναντι των άλλων. Επειδή θα βρεθούμε σε αυτή τη θέση,

να επιλέξουμε έναν δημόσιο πάροχο, για αυτό θα δούμε πόσο κοστολογούν οι τρεις πρωτοπόροι πάροχοι τις ίδιες υπηρεσίες. Οι χρεώσεις γίνονται ανά ώρα χρήσης και πρέπει να σημειώσουμε ότι αυτές αλλάζουν συνέχεια. Βασικός παράγοντας είναι το πλήθος και η διάρκεια των υπηρεσιών που θα χρησιμοποιηθούν. Υπάρχουν αρκετές αναφορές [21][22][23] που συγκρίνουν τις τιμές των παρόχων, στο παράδειγμα μας θα κάνουμε μια έρευνα για τα πιο πρόσφατα δεδομένα με τα εργαλεία που προσφέρουν αυτοί οι τρεις πάροχοι [24][25][26].

Πίνακας 2-1 Συγκριτικός πίνακας κόστους των 3 παρόχων για 10 ίδια μηχανήματα με 100 ώρες λειτουργίας το μήνα

	AWS	Azure	Google
vCPU	2	2	2
RAM(GB)	4	4	4
Disk(GB)	30	20	30
Κόστος ανά ώρα ανά μηχανήματα	0,034	0,091	0,034
Κόστος για 100 ώρες χρήσης το μήνα τα 10 μηχανήματα	\$33,60	\$91,20	\$33,51
Κόστος αποθηκευτικού χώρου	\$30,00	\$0,00	\$51,00
<b>Συνολικό κόστος</b>	<b>\$63,60</b>	<b>\$91,20</b>	<b>\$84,51</b>

Στο παραπάνω πίνακα 2-1 εξετάζουμε την χρέωση στους τρεις παρόχους 10 ίδιων υπολογιστικών μηχανημάτων για διάρκεια χρήσης 100 ωρών τον μήνα. Οι χρεώσεις που βγαίνουν είναι \$63.6, \$91.2, \$84.51 για την AWS, Azure και Google Αντίστοιχα. Το configuration του μηχανήματος είναι με εικονική vCPU 2 πυρήνων, vRAM 4GB και σκληρό δίσκο 30GB, στο Azure δεν είχε δυνατότητα επιλογής δίσκου. Παρατηρώντας τις τιμές χρέωσης των τριών παρόχων βλέπουμε ότι η χρέωση ανά ώρα είναι σχετικά κοντά μεταξύ τους, σε αυτό που διαφοροποιούνται είναι η χρέωση αποθηκευτικού χώρου. Πάντως σίγουρα η χρέωση που αντιστοιχεί είναι πολύ μικρότερη από το εάν επιδιώξουμε να δημιουργήσουμε τα ίδια μηχανήματα σε on-premise κατάσταση.

Άλλωστε οι ώρες που τα μηχανήματα μας είναι ανοιχτά στο cloud μπορεί να είναι και λιγότερες, πράγμα που σημαίνει ότι και η χρέωση θα είναι μικρότερη πράγμα που σε on-premise μηχανήματα αυτό δεν μπορεί να συμβεί [27].

## 2.6 Επιλογή παρόχου

Προκειμένου να εφαρμόσουμε το προτεινόμενο σύστημα θα πρέπει να επιλέξουμε έναν από τους παρόχους υπολογιστικού νέφους. Οι απαιτήσεις του συστήματος μας δεν είναι ιδιαίτερες πράγμα που σημαίνει ότι και οι τρεις σημαντικότεροι πάροχοι πληρούν τις τεχνικές προδιαγραφές. Ένα άλλο κριτήριο επιλογής είναι το κόστος αλλά, όπως είδαμε σε προηγούμενη παράγραφο, η χρέωση χρήσης μηχανήματος είναι σχετικά κοντά μεταξύ τους. Άρα, για το παράδειγμα μας το κόστος δεν θα μπορούσε να είναι βασικό κριτήριο επιλογής παρόχου.

Ένα άλλο στοιχείο που θα μπορούσε να είναι κριτήριο επιλογής είναι η εξοικείωση του χρήστη σε συνδυασμό με τα εργαλεία/υπηρεσίες που προσφέρει η πλατφόρμα.

Δηλαδή θα πρέπει να λάβουμε υπόψη τις υπάρχουσες γνώσεις του προσωπικού που θα υλοποιήσει το σύστημα.



### 3 Σχετικές εργασίες

Το cloud computing είναι μια σχετικά νέα τεχνολογία και δεν θα μπορούσε να μη γίνουν βήματα για την ένταξη της στην εκπαίδευση. Το φάσμα των υπηρεσιών που υλοποιούνται στο υπολογιστικό νέφος είναι αρκετά μεγάλο. Στην εργασία αυτή κάνουμε μια προσπάθεια να υλοποιήσουμε εικονικά εργαστήρια πληροφορικής που θα χρησιμοποιηθούν για τις ανάγκες της εκπαίδευσης. Στη βιβλιογραφία μπορούμε να βρούμε παρόμοιες προσπάθειες, οι οποίες άλλες χρησιμοποιούν ιδιωτικό cloud και άλλες δημόσιο.

Στο κολέγιο Politeknik Negeri Batam [28] οι φοιτητές παίρνουν περισσότερη εργαστηριακή εκπαίδευση απ' ό,τι θεωρητική. Στο τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής, που όπως καταλαβαίνουμε η ειδικότητα απαιτεί εργαστήρια πληροφορικής, η πρόσβαση στα εργαστήρια είναι περιορισμένη και μπορεί να γίνει μόνο κατά την διάρκεια των εργαστηριακών μαθημάτων. Ο αυξανόμενος αριθμός των φοιτητών οδηγεί σε ασφυκτική λειτουργία των εργαστηρίων. Με την τεχνολογία του υπολογιστικού νέφους που αναπτύχθηκε στο κολέγιο λύθηκε το πρόβλημα και δεν υπάρχει πλέον το όριο του χρόνου και του χώρου. Οι υπηρεσίες νέφους που αναπτύχθηκαν θεωρούνται υποδομές του κολεγίου. Οι απαραίτητες εφαρμογές και αποθηκευτικός χώρος προσπελαύνονται μέσω ενός διακομιστή από απόσταση και έτσι εγκαταλείπουμε το μοντέλο υπολογιστής-φοιτητής και έχουμε τη χρήση της τεχνολογίας του Virtual Lab (Vlab). Στη τεχνολογία αυτή χρησιμοποιείται προσομοίωση υπολογιστή. Για την υλοποίηση του συστήματος αυτού εγκαταστάθηκε σε εξυπηρετητή του κολεγίου, που υποστήριζε εικονικοποίηση, το OpenStack. Το OpenStack είναι μια πλατφόρμα cloud hosting που χρησιμοποιείται με σκοπό να μετατρέψει τον φυσικό εξοπλισμό σε πλατφόρμα εσωτερικής διανομής υβριδικού cloud. Το εικονικό μηχάνημα που σχεδιάστηκε στη μεριά του Server για να εκκινήσουν οι clients χρησιμοποιούσε το λειτουργικό σύστημα Window 7 με εγκατεστημένα προγράμματα όπως το Java Development Kit (JDK) έκδοση 7 και το πρόγραμμα ανάπτυξης λογισμικού Netbeans IDE V7. Οι υπολογιστές στη μεριά του client έπρεπε να έχουν εγκατεστημένο το πρόγραμμα περιήγησης Mozilla Firefox ή το Google Chrome για να μπορούν να έχουν πρόσβαση στις εικονικές μηχανές του διακομιστή. Κατά τη δοκιμή του συστήματος έγινε εκκίνηση 9 εικονικών μηχανημάτων, παρατηρήθηκε αρκετή καθυστέρηση του συστήματος και κατά την εκκίνηση των μηχανών και κατά την εκκίνηση των εφαρμογών.

Το Electric Design Automation (EDA) [29] είναι ένα σημαντικό εργαλείο σχεδίασης και προσομοίωσης ηλεκτρικών κυκλωμάτων. Υπάρχει ένας αριθμός εργαλείων EDA που βασίζονται στο cloud και χρησιμοποιούνται στην βιομηχανία αλλά και στην εκπαίδευση. Το Circuits-cloud είναι μια πλατφόρμα υβριδικών κυκλωμάτων που επιτρέπει στους μαθητές να σχεδιάζουν να προσομοιώνουν και να μοντελοποιούν αναλογικά και ψηφιακά κυκλώματα. Σε αυτή τη πλατφόρμα εικονικοποιείται μια ολοκληρωμένη εργαστηριακή συσκευή (breadboard) για τη κατανόηση λειτουργίας εξαρτημάτων, τη σχεδίαση κυκλωμάτων, την ενσωμάτωση διαφορετικών στοιχείων, την μέτρηση και ανίχνευση τυχόν ελαττωμάτων ή θερμαινόμενων στοιχείων. Η πλατφόρμα έχει την δυνατότητα ανάπτυξης περίπου 100 διαφορετικών στοιχείων, αρκετά για να σχεδιαστούν κυκλώματα σε εργαστηριακές ασκήσεις. Οι διευκολύνσεις drag-and-drop για τη σχεδίαση βοηθούν το χρήστη να είναι περισσότερο αποδοτικός. Η δημιουργία IoT συστημάτων είναι δυνατόν να σχεδιαστούν και να δοκιμαστούν γι' αυτό άλλωστε υποστηρίζεται και το Arduino, ένας περιορισμένης ισχύος μικροελεγκτής με δυνατότητα επεξεργασίας αναλογικών και ψηφιακών σημάτων. Μαζί με τον μικροελεγκτή είναι διαθέσιμο και το ολοκληρωμένο προγραμματιστικό του περιβάλλον (Integrated Development Environment – IDE). Η πλατφόρμα έχει αναπτυχθεί στην AWS καθώς οι υπηρεσίες προστασίας δεδομένων, ονομάτων χρηστών, και εργασιών από μη εξουσιοδοτημένα άτομα είναι σημαντική. Τέλος η πλατφόρμα υπολογίζεται ότι μπορεί να εξυπηρετήσει περίπου 2000 ενεργούς μαθητές και καθηγητές σε μηνιαίο μέσο όρο.

Μια μελέτη εισαγωγής του υπολογιστικού νέφους στην Α/θμια και Β/θμια στην Ελληνική εκπαίδευση περιγράφεται στο άρθρο [30]. Οι συγγραφείς διερωτώνται εάν υπάρχει η πιθανότητα να έχουμε στην Ελλάδα ένα σχολείο που οι τεχνολογικές του υποδομές θα βασίζονται στις υπηρεσίες του υπολογιστικού νέφους όπου εικονικά μηχανήματα (Virtual-VM) θα τρέχουν σε IaaS μοντέλα υπηρεσιών και θα είναι προσβάσιμα από τον υπάρχον εξοπλισμό των σχολικών μονάδων Α/θμιας και Β/θμιας. Με σκοπό να δώσουν απάντηση στο παραπάνω ερώτημα προτείνουν μια λύση όπου στις εγκαταστάσεις του ~okeanos θα δημιουργούν εικονικά μηχανήματα στα οποία θα έχουν πρόσβαση οι εκπαιδευτικοί από τα σχολικά εργαστήρια. Ο ~okeanos είναι IaaS υπηρεσία [31][32] του δημοσίου υποστηριζόμενη από το Εθνικό Δίκτυο Υποδομών Τεχνολογίας και Έρευνας (GRNET) [33]. Παρέχει υπηρεσίες δικτύου, υπολογιστικού νέφους και πληροφορικής σε φορείς της εκπαίδευσης όλων των βαθμίδων, στους φορείς του δημοσίου και ιδιωτικού τομέα. Το σχέδιο του προτεινόμενου συστήματος ήταν η δημιουργία κατάλληλων VMs με το

απαραίτητο λογισμικό στη μεριά του cloud και η εγκατάσταση κατάλληλου λογισμικού (X2Go) στις συσκευές των clients προκειμένου να έχουν πρόσβαση στα VMs. Στις δοκιμές που έγιναν τα αποτελέσματα ήταν πολύ ενθαρρυντικά, ολοκληρώθηκαν χωρίς προβλήματα εκτός κάποιων μικρών καθυστερήσεων. Οι μαθητές και οι εκπαιδευτικοί εκφραστήκαν θετικά.

Μια άλλη προσπάθεια εισηγούνται οι Gercek, Saleem and Steel [34], για τη σταδιακή μετάβαση των εργαστηρίων δικτύωσης υπολογιστών, του τμήματος πληροφορικής στο πανεπιστήμιο τους, από τα φυσικά δίκτυα σε εικονικά δίκτυα κάνοντας χρήση των τεχνολογιών εικονικοποίησης και cloud. Η εικονικοποίηση είναι μια συνεχώς αναπτυσσόμενη τεχνολογία που παρέχει ευκαιρίες για διαδικτυακή εκπαίδευση υπολογιστών. Το σύνολο των εργαλείων της βοηθούν στην μετατροπή ενός on-premise εργαστηρίου σε εικονικό εργαστήριο, έτσι οι φοιτητές μπορούν να γίνουν δημιουργικοί, να επιλύσουν προβλήματα, να κάνουν δοκιμές απλά χρησιμοποιώντας τους προσωπικούς τους υπολογιστές και χωρίς να χρειαστεί να διανύσουν αποστάσεις για να φτάσουν στο χώρο του εργαστηρίου. Το cloud computing είναι και αυτή μια συνεχώς αναπτυσσόμενη τεχνολογία με την οποία ο οργανισμός που θα την υιοθετήσει θα καταφέρει αρκετά υψηλή εξοικονόμηση χρημάτων αλλά και να προσφέρει ακόμα καλύτερες υπηρεσίες στους χρήστες του.

Η προσπάθεια μετάβασης άρχισε το 2005 όπου δημιουργήθηκε το εργαστήριο δικτύων στο πανεπιστήμιο για να διδαχθούν μαθήματα δικτύωσης και ασφάλειας. Εξοπλίστηκε με το κατάλληλο υλικό, λογισμικό και τεχνικό προσωπικό προκειμένου να προσφέρει πρακτική εμπειρία στους φοιτητές. Η απαιτούμενη εξάσκηση κάθε φοιτητή στο φυσικό εργαστήριο όμως ήταν αδύνατη γι' αυτό οι υπεύθυνοι επιδίωξαν να δώσουν απομακρυσμένη πρόσβαση σε αυτά. Για να το καταφέρουν έκαναν συνδυασμό τεχνολογιών firewall, authentication server και virtual private network (VPC). Έτσι δόθηκε μεν η δυνατότητα απομακρυσμένης πρόσβασης αλλά θα έπρεπε πρώτον να υπάρχει τεχνικό προσωπικό υποστήριξης στα φυσικά εργαστήρια και δεύτερον γίνονταν αποκλειστική δέσμευση πόρων μα αυτοί ήταν περιορισμένοι. Για να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα των πόρων η εστίαση δόθηκε στα εργαλεία εικονικοποίησης εργαστηρίου με εξειδίκευση στα δίκτυα. Έτσι τα εργαλεία εγκαταστάθηκαν στους υπολογιστές του εργαστηρίου με δικαιώματα διαχείρισης και αποκλειστική χρήση του υπολογιστή, αλλά υπήρχαν προβλήματα και πάλι στο πλήθος των σταθμών εργασία αλλά και στους κατά λάθος χειρισμούς διαχείρισης των μηχανημάτων. Έπειτα χρησιμοποιήθηκαν ισχυροί εξυπηρετητές με εγκατεστημένη την εφαρμογή

εικονικού δικτύου και απομακρυσμένη πρόσβαση μέσω VPN. Η λειτουργία και συντήρηση των διακομιστών απαιτούσε τεχνική υποστήριξη και εποπτεία. Έτσι οδηγήθηκαν στην επιλογή του cloud όπου έγινε εγκατάσταση της εφαρμογής εικονικού δικτύου σε αυτό. Πλέον οι φοιτητές συνδέονται και λειτουργούν τα εργαλεία δικτύου για εξάσκηση και προετοιμασία πιστοποίησης από απόσταση.

Η επισήμανση των συγγραφέων, στα πανεπιστήμια που πρόκειται να μεταβούν σε υπηρεσίες δημοσίου cloud, είναι να διαθέτουν εξοικείωση με τη διαδικασία της εξωτερικής ανάθεσης IT υπηρεσιών καθώς μπορεί να προκύψουν θέματα που σχετίζονται με τους κανόνες και τους κανονισμούς λειτουργίας του πανεπιστημίου.

Στο σύστημα που προτείνεται ο εκπαιδευτικός είναι αυτός που θα καθορίζει τη δομή του εργαστηρίου του. Η κρατική δομή δημιουργεί πρότυπα μηχανήματα έπειτα με ενέργειες του καθηγητή θα επιλέγεται το εικονικό εργαστήριο που θα τρέχει στην επόμενη σχολική περίοδο. Θα πετυχαίνει με την κίνηση αυτή ομοιομορφία του εργαστηρίου και λειτουργικότητα. Επίσης αυτή η βασική διαφορά δίνει την δυνατότητα να αισθάνεται ο εκπαιδευτικός περισσότερο ελεύθερος και υπεύθυνος για τις επιλογές του.

## 4 Amazon Web Service (AWS)

### 4.1 Εισαγωγή

Η Amazon Web Service, inc. (AWS) είναι μια θυγατρική εταιρία της Amazon, δραστηριοποιείται στην παροχή υπηρεσιών υπολογιστικού νέφους σε ιδιώτες, εταιρίες αλλά και κρατικούς φορείς, εμπορεύεται στους χρήστες της τη δυνατότητα απόκτησης υπολογιστικής χωρητικότητας μεγάλης κλίμακας σε πολύ λιγότερο χρόνο και πολύ μικρότερο κόστος από ό,τι μιας πραγματικής φυσικής εγκατάστασης ίδιων δυνατοτήτων.

Τις υπηρεσίες αυτές η AWS τις παρέχει χάρη σε ένα τεράστιο δίκτυο ισχυρών διακομιστών που έχει αναπτύξει σε όλο το κόσμο. Χρησιμοποιώντας την τεχνολογία της εικονικοποίησης οι διακομιστές της AWS μιμούνται τα περισσότερα από τα χαρακτηριστικά των πραγματικών υπολογιστών και τα προσφέρουν στους χρήστες, έτσι μπορούμε να επιλέξουμε είδος εικονικού επεξεργαστή, μνήμης, κάρτας γραφικών, δικτύων, λειτουργικού συστήματος, εφαρμογών όπως και πολλά άλλα.

Η χρέωση που γίνεται στο χρήστη της πλατφόρμας είναι ένας συνδυασμός στοιχείων που θα επιλέξει, σχετικά με το υλικό, λειτουργικό σύστημα, λογισμικό, απαιτούμενη διαθεσιμότητα, ασφάλεια αλλά και άλλων υπηρεσιών που προσφέρονται με πληρωμή. Το μοντέλο χρέωσης είναι με βάση τη χρήση «pay-as-you-go». Στο χώρο του υπολογιστικού νέφους δραστηριοποιούνται αρκετές εταιρίες, η AWS είναι από τις μεγαλύτερες, όπως επισημαίνεται στο [35], καταλάμβανε το 33% της αγοράς το 4ο τρίμηνο του 2021, ακολουθούσαν οι ανταγωνίστριες Microsoft Azure και Google Cloud με 21% και 10% αντίστοιχα.

### 4.2 Παγκόσμια υποδομή AWS

Η παγκόσμια αρχιτεκτονική των υποδομών της AWS Cloud είναι σχεδιασμένη βάση των γεωγραφικών περιοχών (Regions) και των ζωνών διαθεσιμότητας (Availability Zones).

Ένα Region είναι μια φυσική τοποθεσία σε ένα σημείο το κόσμου. Το καθένα από αυτά είναι συνδεδεμένο με τα γειτονικά του χρησιμοποιώντας γραμμές επικοινωνίας πολύ υψηλών ταχυτήτων για να έχουν όσο το δυνατόν μικρότερη καθυστέρηση επικοινωνίας.

Όπως φαίνονται και στην παρακάτω εικόνα 4.1 υπάρχουν 26 γεωγραφικές περιοχές και έχουν σχεδιαστεί ακόμα 8 νέες. Είναι εγκατεστημένες στις περιοχές όπου υπάρχει μεγαλύτερη ανθρώπινη δραστηριότητα έτσι ώστε οι εταιρίες που χρησιμοποιούν τις δομές της να μπορούν να προσφέρουν στους πελάτες τους βέλτιστη εμπειρία χρήσης με την λιγότερη καθυστέρηση.



Εικόνα 4-1 AWS Global Infrastructure Map

Το κάθε Region αποτελείται από ένα σύνολο ζωνών διαθεσιμότητας (Availability Zones - AZ), μπορεί π.χ. σε ένα Region να υπάρχουν 3 AZ, όπως φαίνεται στην εικόνα 4-2. Οι ζώνες διαθεσιμότητας αποτελούνται από ένα ή περισσότερα data centers, το καθένα με την δική του υπολογιστική ισχύ, ξεχωριστή δικτύωση, ξεχωριστή τροφοδοσία ρεύματος, ξεχωριστή ψύξη και ξεχωριστές εγκαταστάσεις στέγασης. Οι ζώνες διαθεσιμότητας είναι συνδεδεμένες μεταξύ τους με γραμμές υψηλών ταχυτήτων, ο λόγος απομόνωσης μεταξύ των ζωνών είναι η μέγιστη ασφάλεια και διαθεσιμότητα των δεδομένων καθώς μια δυσλειτουργία σε μια ζώνη να μην μπορεί να επηρεάσει την καλή λειτουργία της διπλανής της. Σε όλο τον κόσμο έχουν εγκατασταθεί 84 ζώνες διαθεσιμότητας στις 26 γεωγραφικές περιοχές και έχουν δρομολογηθεί άλλες 24 στο άμεσο μέλλον[36].



Εικόνα 4-2 Τρεις Ζώνες διαθεσιμότητας σε ένα Region

## 4.3 Infrastructure as Code (IaC)

### 4.3.1 Εισαγωγή

Στις πλατφόρμες υπολογιστικού νέφους όλα τα συστατικά μιας υποδομής βασίζονται στην εικονικοποίηση, γίνεται δηλαδή προσομοιώσεις στοιχείων, γι' αυτό όταν αναφερόμαστε π.χ. σε ένα επεξεργαστή λέμε vCPU ή για μνήμη λέμε vRAM. Όλα τα στοιχεία είναι εικονικές προσομοιώσεις που το κάθε ένα παίρνει ένα σύνολο από ιδιότητες προκειμένου να προσαρμόσει την συμπεριφορά της. Με την IaC ουσιαστικά δημιουργούμε αρχεία διαμόρφωσης αυτών των στοιχείων, εισάγουμε το είδος του στοιχείου που θέλουμε να δημιουργήσουμε με τις κατάλληλες ιδιότητες για να το προσαρμόσουμε στη δομή που σκοπεύουμε να δημιουργήσουμε. Αφού αρχικά φτιάξουμε ένα τέτοιο λειτουργικό αρχείο διαμόρφωσης έπειτα, μπορούμε να το εφαρμόσουμε όσες φορές θέλουμε γνωρίζοντας ότι θα δημιουργηθεί το ίδιο περιβάλλον. Έτσι αποφεύγουμε να ξεχάσουμε κάποια ιδιότητα ή ρύθμιση κατά την δημιουργία ή τροποποίηση στοιχείου υποδομής.

Επίσης στην IaC εφόσον το βασικό στοιχείο είναι ο κώδικα ακολουθείται και από τα χαρακτηριστικά αυτού, δηλαδή, υπάρχει η δυνατότητα του Version Control όπως και στον κώδικα άλλων γλωσσών προγραμματισμού. Ακόμη μπορούμε να χωρίσουμε την υποδομή μας σε τμήματα τα οποία στη συνέχεια θα συνθέσουμε όλα μαζί για να χτίσουμε την συνολική μας υποδομή όπως θα κάναμε στον τμηματικό προγραμματισμό. Άλλωστε οι προγραμματιστές δεν ενδιαφέρονται να διαχειριστούν μέσω της κονσόλας τους εξυπηρετητές, τα λειτουργικά συστήματα, τους αποθηκευτικούς χώρους ή όποια άλλα συστατικά θέλουν να χρησιμοποιήσουν [37].

#### 4.3.2 Δηλωτική και επιτακτική προσέγγιση στο IaC

Υπάρχουν δυο μέθοδοι προσέγγισης προγραμματισμού στην IaC, είναι η δηλωτική στην οποία δηλώνουμε την επιθυμητή κατάσταση του συστήματος μας, δηλαδή περιγράφουμε κωδικοποιώντας τα στοιχεία που θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε με τις ιδιαίτερες ιδιότητες που θέλουμε να φέρει το κάθε ένα από αυτά. Έπειτα μια υπηρεσία στην cloud πλατφόρμα, αφού πάρει ως παράμετρο το IaC αρχείο, θα δημιουργήσει τα στοιχεία που έχουμε δηλώσει. Έτσι κρατάμε μια λίστα των στοιχείων μας τα οποία έπειτα είναι εύκολο να τα καταργήσουμε.

Αντίθετα στην επιτακτική προσέγγιση προγραμματισμού δεν δηλώνουμε την επιθυμητή κατάσταση αλλά ορίζουμε τις συγκεκριμένες εντολές που θα πρέπει να εκτελεστούν για να δημιουργήσουμε το επιθυμητό αποτέλεσμα. Στην επιτακτική προσέγγιση ο χρήστης θα πρέπει να γνωρίζει κάθε φορά σε ποια κατάσταση βρίσκεται η υποδομή του και με προσοχή ανάλογα να την τροποποιεί.

Για παράδειγμα, ας υποθέσουμε ότι έχουμε μια υποδομή με 5 υπολογιστές και θέλουμε να έχουμε 10. Στην επιτακτική προσέγγιση θα πρέπει αρχικά να γνωρίζουμε πόσους έχουμε ήδη για να κάνουμε την όποια αλλαγή θέλουμε μετά, στο παράδειγμα μας να προσθέσουμε άλλους 5. Ενώ στην δηλωτική θα δηλώναμε ότι θέλουμε 10 υπολογιστές, χωρίς να πρέπει να γνωρίζουμε πόσους είχαμε μέχρι τότε και χωρίς να χρειάζεται να κάνουμε διαφορετική διαδικασία αν χρειαζόμασταν λιγότερους από ότι είχαμε, π.χ. 3.

Οι υπηρεσίες IaC στο cloud συνήθως έχουν την δυνατότητα να λειτουργούν και με τα δυο είδη προσέγγισης [38].



### 4.3.3 Πλεονεκτήματα του IaC

Η διαχείριση υπολογιστικών κέντρων ήταν πάντα μια διαδικασία κρίσιμη σε κάθε οργανισμό ή εταιρία. Με τις υπηρεσίες υπολογιστικού νέφους, η διαχείριση της υποδομής έχει απομακρυνθεί από τα φυσικά data centers και έχει μεταφερθεί στη διαχείριση εικονικών στοιχείων στο cloud. Ο αριθμός των στοιχείων υποδομής συνεχώς αυξάνεται και καινούργιες εφαρμογές δημιουργούνται καθημερινά. Κάτω από αυτές τις συνθήκες, η υποδομή μας πρέπει να κλιμακώνεται ανάλογα. Η πρακτική IaC έρχεται να διευκολύνει τη διαχείριση όλων αυτών των στοιχείων υποδομής. Μπορεί να συμβάλει στη μείωση σφαλμάτων και να αυξήσει την συνέπεια λειτουργίας. Κωδικοποιημένα τα οφέλη θα μπορούσαμε να πούμε ότι είναι[37]:

- Μείωση κόστους
- Αύξηση της ταχύτητας
- Μείωση σφαλμάτων
- Βελτίωση της συνέπεια λειτουργίας των υποδομών

### 4.3.4 Εργαλεία IaC

Υπάρχουν αρκετά εργαλεία IaC που χρησιμοποιούνται στην διαχείριση υποδομών cloud, τα περισσότερο δημοφιλή είναι[37]:

- AWS CloudFormation
- Chef
- Puppet
- Red Hat Ansible Automation Platform
- Saltstack
- Terraform

### 4.3.5 Σχέση με πρακτικές DevOps

Παρά το γεγονός ότι η έννοια του πλαισίου DevOps ξεφεύγει του κυρίως πεδίου της παρούσας διπλωματικής, κρίνεται σκόπιμο για λόγους τόσο πληρότητας όσο και χρηστικότητας να σκιαγραφηθεί η έννοια της IaC σε σχέση με αυτό.

DevOps είναι η δυνατότητα χρήσης πόρων υποδομής απευθείας από αυτούς που αναπτύσσουν λογισμικό (Developers) χωρίς την διαμεσολάβηση ανθρώπων από την λειτουργία υποστήριξης της υποδομής (Operations) με χρήση αυτοματισμών. Σε ένα τέτοιο

περιβάλλον οι εφαρμογές υλοποιούνται ελέγχονται και παραδίδονται στην παραγωγή σε πολύ σύντομους χρόνους, οι αλλαγές ή διορθώσεις περνάνε στην παραγωγή σε σχεδόν πραγματικό χρόνο (continuous integration/continuous delivery -CI/CD).

Το πλαίσιο DevOps με τη σειρά του είναι γέννημα του τρόπου αντιμετώπισης του περιβάλλοντος ανάπτυξης εφαρμογών μέσω της φιλοσοφίας ευελιξίας (Agile) και των μεθόδων αυτής.

Σε συνέχεια των παραπάνω η χρήση εργαλείων IaC ήρθε σαν φυσικό επακόλουθο. Τι ποιοταιριαστό από το να μπορεί ο προγραμματιστής να δημιουργεί την υποδομή πάνω στην οποία θα τρέξουν οι εφαρμογές που αναπτύσσει. Επίσης, φυσικό επακόλουθο είναι να χρησιμοποιηθούν όλα τα μέσα που έχει για την ανάπτυξη εφαρμογών και στον κώδικα υλοποίησης της υποδομής όπως για παράδειγμα την χρήση εργαλείων ελέγχου έκδοσης και αποσφαλμάτωσης (debugging) .

#### 4.3.6 Έννοιες υπηρεσίας CloudFormation

Όταν κάποιος χρησιμοποιεί CloudFormation σε δομικό επίπεδο εργάζεται με στοίβες (stacks), πρότυπα (templates) και σετ αλλαγών (Change sets). Πρότυπο είναι η γραπτή δηλωτική περιγραφή της υποδομής. Ένα πρότυπο του CloudFormation είναι ένα αρχείο κειμένου σε μορφή JSON ή YAML. Στοίβα είναι μια φυσική υλοποίηση του προτύπου και αποτελεί την έξοδο του CloudFormation. Τα σετ αλλαγών είναι επίσης γραπτή δηλωτική περιγραφή των αλλαγών που θέλουμε να επιφέρουμε σε μια υπάρχουσα στοίβα.

Τα περιεχόμενα ενός αρχείου προτύπου CloudFormation περιλαμβάνει ζεύγη κλειδιού – τιμής (key-value pairs).

Όταν το CF δημιουργεί μια στοίβα κάνει κλήσεις παροχής υπηρεσίας (service API calls) στην υποκείμενη υπηρεσία (π.χ EC2). Ασφαλώς ο χρήστης του CF πρέπει να έχει δικαίωμα να υλοποιήσει την υποκείμενη υπηρεσία.

#### 4.3.7 Ανατομία ενός προτύπου

Ένα πρότυπο αποτελείται από πολλά τμήματα, άλλα από αυτά υποχρεωτικά και άλλα προαιρετικά. Ακολουθεί μια περιγραφή των συχνότερα χρησιμοποιούμενων ακολουθούμενο από παράδειγμα εντολής σε μορφή JSON. Το τμήμα της έκδοσης (Format version) προσδιορίζει τις δυνατότητες του προτύπου.

```
"AWSTemplateFormatVersion" : "2010-09-09"
```

Το τμήμα της περιγραφής (Description) δίνει τη δυνατότητα εισαγωγής σχολίων σχετικά με το πρότυπο.

```
"Description" : "Here are some details about the template."
```

Το τμήμα των Παραμέτρων (Parameters) δίνει τη δυνατότητα εισαγωγής προσαρμοσμένων τιμών κάθε φορά που δημιουργείται ή ενημερώνεται μια στοίβα.

```
"Parameters" : {  
  "InstanceTypeParameter" : {  
    "Type" : "String",  
    "Default" : "t2.micro",  
    "AllowedValues" : ["t2.micro", "m1.small", "m1.large"],  
    "Description" : "Enter t2.micro, m1.small, or m1.large. Default is t2.micro."  
  }  
}
```

Στο προαιρετικό τμήμα των αντιστοιχίσεων ( Mappings) συνδέει ένα κλειδί με ένα σύνολο τιμών.

```
"Mappings" : {  
  "RegionMap" : {  
    "us-east-1"      : { "HVM64" : "ami-0ff8a91507f77f867"},  
    "us-west-1"     : { "HVM64" : "ami-0bdb828fd58c52235"},  
    "eu-west-1"     : { "HVM64" : "ami-047bb4163c506cd98"},  
    "ap-southeast-1" : { "HVM64" : "ami-08569b978cc4dfa10"},  
    "ap-northeast-1" : { "HVM64" : "ami-06cd52961ce9f0d85"}  
  }  
}
```

Το προαιρετικό τμήμα των συνθηκών (Conditions) περιέχει δηλώσεις που καθορίζουν τις συνθήκες υπό τις οποίες δημιουργούνται ή διαμορφώνονται οι πόροι. Για παράδειγμα μπορούμε να δημιουργήσουμε μια συνθήκη και στη συνέχεια να την συσχετίσουμε με έναν πόρο έτσι ώστε το CF να δημιουργεί τον πόρο μόνο αν η συνθήκη είναι αληθής.

```
"Conditions": {  
  "CreateProdResources": {  
    "Fn::Equals": [  
      { "Ref": "EnvType" },  
      "prod"  
    ] } }  
}
```

Το υποχρεωτικό τμήμα των πόρων (Resources) είναι το κυριότερο τμήμα και είναι αυτό στο οποίο δηλώνουμε τους πόρους που θέλουμε να δημιουργήσει η στοίβα.

```
"Resources" : {  
  "MyEC2Instance" : {  
    "Type" : "AWS::EC2::Instance",  
    "Properties" : {  
      "ImageId" : "ami-0ff8a91507f77f867"  
    }  
  }  
}
```

Τέλος στο προαιρετικό τμήμα των τιμών εξόδου (Outputs) το CF επιστρέφει τιμές που συνήθως δημιουργούνται κατά την υλοποίηση της στοίβας και χρησιμοποιούνται σε άλλες στοίβες ή για πληροφοριακούς λόγους.

```
"Outputs": {  
  "BackupLoadBalancerDNSName" : {  
    "Description": "The DNSName of the backup load balancer",  
    "Value": {"Fn::GetAtt" : [ "BackupLoadBalancer", "DNSName" ]},  
    "Condition" : "CreateProdResources"  
  }  
}
```

## **ΜΕΡΟΣ Β΄**

### **ΠΡΑΚΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

#### **5 Προτεινόμενο σύστημα**

Στη συνέχεια θα παρουσιαστεί αναλυτικά η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε προκειμένου να υλοποιηθεί το προτεινόμενο σύστημα. Αρχικά θα παρουσιαστεί η ανάλυση της υπάρχουσας κατάστασης των σχολικών εργαστηρίων πληροφορικής, στη συνέχεια θα παρουσιαστεί ο σχεδιασμός της προτεινόμενης λύσης, έπειτα η υλοποίηση και τέλος η δοκιμή σε πραγματικό περιβάλλον χρήσης.

##### **5.1 Ανάλυση**

Προκειμένου να γίνει μια σωστή προσέγγιση, σε οποιαδήποτε βελτιωτική πρόταση ενός έργου, πρώτα θα πρέπει να αποτυπωθεί ορθά η υφιστάμενη κατάσταση. Αυτό πρέπει να γίνει και στην περίπτωση μας, θα πρέπει να αποτυπώσουμε την υπάρχουσα κατάσταση των σχολικών εργαστηρίων πληροφορικής.

Η υλικοτεχνική υποδομή που υπάρχει στα σχολικά εργαστήρια είναι καταγεγραμμένη σε πληροφοριακό σύστημα των υπηρεσιών εκπαίδευσης για όλη την επικράτεια με ονομασία «Κτηματολόγιο υποδομών ΤΠΕ». Στην εργασία θα αποτυπωθούν στοιχεία που αφορούν τις εκπαιδευτικές μονάδες Δ/μιας εκπαίδευσης Αιτωλοακαρνανίας. Τα στοιχεία έχουν προσπελασθεί τον Μάιο του 2022, και πιθανώς να μην αποτυπώνουν πλήρως την υπάρχουσα κατάσταση καθώς μπορεί κάποια σχολεία να μην έχουν ενημερώσει με τα τελευταία τους στοιχεία την κατάσταση του σχολείου τους.

Τα δεδομένα αφού αντλήθηκαν από το πληροφοριακό σύστημα επεξεργάστηκαν και παρουσιάζονται στη συνέχεια στο πίνακα 5-1.

Πίνακας 5-1 Πλήθος σχολείων ανά κατηγορία

Κατηγορία σχολικής δομής	Πλήθος σχολείων
Γυμνάσια (Ημερήσια, Λ.Τ, Εσπερινά, Μουσικά, Λ.Τ. Μουσικά)	48
Λύκεια (Ημερήσια)	24
ΕΠΑ.Λ (Ημερήσια, Εσπερινά, ΣΜΑΕ)	14
Σύνολο	81

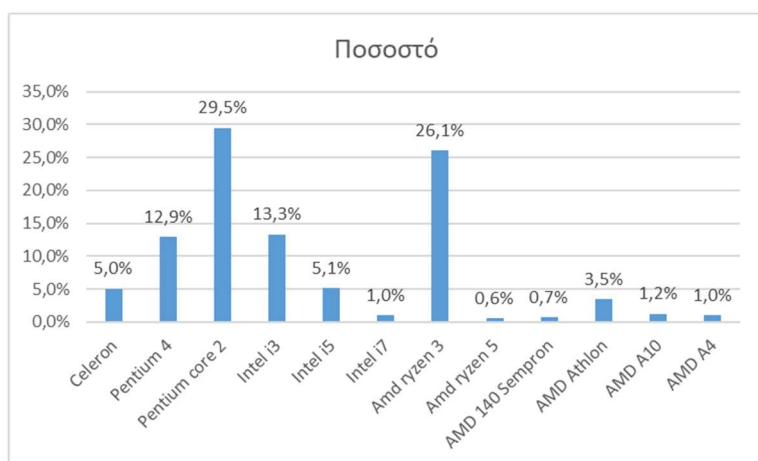
### 5.1.1 Καταγραφή υφιστάμενης κατάστασης υλικού

Η κύρια αρχιτεκτονική δομή των σχολικών εργαστηρίων πληροφορικής στα σχολεία ακολουθεί το μοντέλο client-server. Συγκεκριμένα, περιλαμβάνει μια σύνδεση δικτύου Internet που τερματίζει πάνω σε δρομολογητή, η ταχύτητα αυτής της σύνδεσης μπορεί να είναι 24 ή 50MB ενώ αν υπάρχει σύνδεση με οπτική ίνα τότε η ταχύτητα σύνδεσης πλησιάζει ή και ξεπερνάει τα 100MB. Μετά το δρομολογητή η σύνδεση οδηγείται σε Switch που στις περισσότερες περιπτώσεις είναι ταχύτητας 1GB. Ένα μηχάνημα λειτουργεί ως εξυπηρετητής και συνδέεται πάνω στο Switch, όλα τα υπόλοιπα μηχανήματα του εργαστηρίου συνδέονται πάνω σε Switch με τον τοπικό εξυπηρετητή έτσι μπορούν να επικοινωνούν μεταξύ τους αλλά και να βγαίνουν στο διαδίκτυο.

Ένα χαρακτηριστικό που μπορεί να μας δείξει την ποιότητα του εργαστηρίου είναι οι επεξεργαστές που έχουν τα μηχανήματα του. Παρακάτω, στο πίνακα 5.2 και στο γράφημα 5.1, έχουν αποτυπωθεί τα ποσοστά των τύπων επεξεργαστών για τα μηχανήματα των εργαστηρίων.

Επεξεργαστές μηχανημάτων εργαστηρίων πληροφορικής Δ. Σχολείων νομού Αιτ/νίας (Κτηματολόγιο υποδομών Τ.Π.Ε Αιτ/νίας)				
Επεξεργαστής	Γυμνάσια	Λύκεια	ΕΠΑΛ	Ποσοστό
Celeron	31	28	11	5,0%
Pentium 4	151	28	1	12,9%
Pentium core 2	228	126	56	29,5%
Intel i3	81	67	37	13,3%
Intel i5	49	8	14	5,1%
Intel i7	13	1	0	1,0%
Amd ryzen 3	247	116	0	26,1%
Amd ryzen 5	8	0	0	0,6%
AMD 140 Sempron	10	0	0	0,7%
AMD Athlon	33	15	0	3,5%
AMD A10	7	0	10	1,2%
AMD A4	14	0	0	1,0%

Πίνακας 5-2 Επεξεργαστές μηχανημάτων εργαστηρίων πληροφορικής



Γράφημα 5-1 Ποσοστά ανά επεξεργαστή

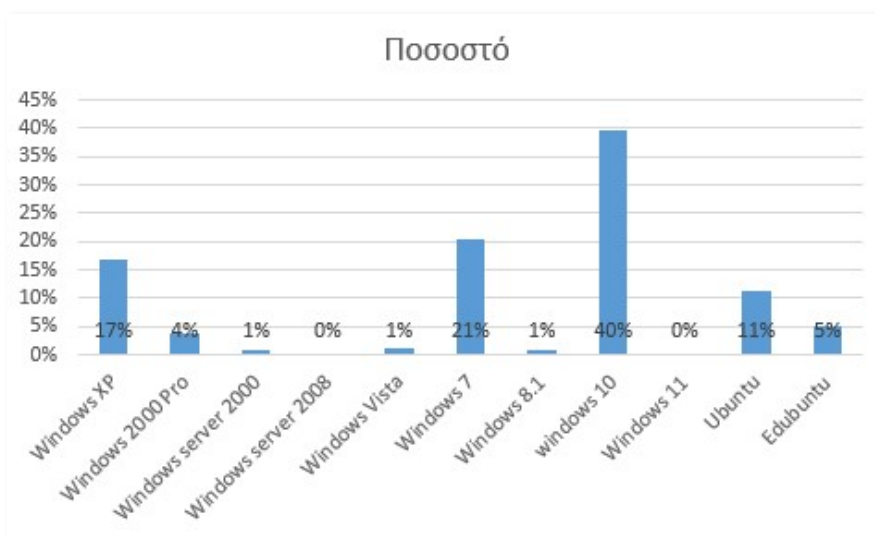
Μεγάλο ποσοστό των τύπων επεξεργαστών, όπως μπορούμε να δούμε στο πίνακα 5.1, είναι χαμηλών επιδόσεων συγκεκριμένα οι Celeron και Pentium 4, καλύπτουν περίπου το 18% του συνόλου και είναι επεξεργαστές εικοσαετίας, ενώ οι Pentium core 2, Athlon, A10 και A4 καλύπτουν περίπου το 35% και είναι επεξεργαστές δεκαετίας. Το υπόλοιπο 45% των επεξεργαστών είναι νεότερης γενιάς. Πράγμα που σημαίνει ότι τα μηχανήματα με παλαιούς επεξεργαστές μπορούν να τρέξουν Windows XP, τα δεκαετίας μπορούν να τρέξουν Windows 7 και τα νεότερα μπορούν να τρέξουν Windows 10 - 11 ή Ubuntu 20.

Να προστεθεί εδώ ότι το λογισμικό Windows XP και Windows 7 είναι εκτός υποστήριξης (out of support) εδώ και αρκετά χρόνια, με ότι αυτό συνεπάγεται για την λειτουργικότητα και την ασφάλεια των συστημάτων που τα φέρουν ακόμα.

Στο παρακάτω γραφικά 5.2 αλλά και στον πίνακα 5-3 αποτυπώνονται τα ποσοστά των λειτουργικών συστημάτων που είναι εγκατεστημένα στα μηχανήματα των εργαστηρίων. Τα κυρίαρχα λειτουργικά συστήματα είναι τα Windows XP, τα Windows 7, τα Windows 10 και το Ubuntu. Ουσιαστικά, όπως ήταν αναμενόμενο, υπάρχει αντιστοιχία των κυρίαρχων λειτουργικών με τις τάξεις ανά δεκαετία των επεξεργαστών. Δηλαδή τα μηχανήματα με επεξεργαστές 20ετίας τρέχουν Windows XP τα μηχανήματα 10ετίας τρέχουν Windows 7 και τα νεότερα τρέχουν πιο σύγχρονα λειτουργικά.

Πίνακας 5-3 Ποσοστά Λειτουργικών Συστημάτων στα εργαστήρια πληροφορικής Δημόσιων Σχολείων

Λειτουργικά Συστήματα εργαστηρίων πληροφορικής Δ. Σχολείων				
Έκδοση ΛΣ	Γυμνάσια	Λύκεια	ΕΠΑΛ	Ποσοστό
Windows XP	161	51	14	17%
Windows 2000 Pro	40	10	0	4%
Windows server 2000	8	2	0	1%
Windows server 2008	1	0	0	0%
Windows Vista	5	9	3	1%
Windows 7	188	87	3	21%
Windows 8.1	0	0	10	1%
windows 10	360	167	10	40%
Windows 11	1	0	0	0%
Ubuntu	109	31	13	11%
Edubuntu	43	27	0	5%



Γράφημα 5-2 Ποσοστά ανά Λειτουργικό Σύστημα



Η εικόνα των εργαστηρίων πληροφορικής Β/θμιας εκπαίδευσης Αιτ/νιας που παρουσιάστηκε παραπάνω είναι ενδεικτική και σε μεγάλο βαθμό αποτυπώνει την επικράτεια των εργαστηρίων με ενδεχομένως πολύ μικρές αποκλίσεις. Η ίδια εικόνα, προς το χειρότερο, υπάρχει στα εργαστήρια πληροφορικής της Α/θμια αφού πολλές φορές οι υπολογιστές που αντικαθιστούσαν τα σχολεία της Β/θμιας αντί καταστροφής τα δώριζαν σε δημοτικά σχολεία της Α/θμιας.

### 5.1.2 Καταγραφή υφιστάμενης κατάστασης Λογισμικού

Τα σχολικά εργαστήρια πληροφορικής, πέρα του λειτουργικού συστήματος, έχουν εγκατεστημένο και ένα σύνολο επιπλέον λογισμικού το οποίο χρησιμοποιούν οι εκπαιδευτικοί κατά την ώρα του μαθήματος. Το σύνολο αυτού του εγκατεστημένου λογισμικού είναι αρκετά διαφορετικό μεταξύ των εργαστηρίων όπως διαφορετικό είναι και το υλικό που υπάρχει στα σχολικά εργαστήρια. Πολλές φορές μάλιστα, υπάρχει διαφορετικό λογισμικό για τις ίδιες ανάγκες, το λογισμικό αυτό πιθανώς προέρχεται από διαφορετικές ομάδες ανάπτυξης με διαφορετικές προσεγγίσεις και για διαφορετικά λειτουργικά συστήματα. Ακόμη πολλές φορές η έλλειψη κατάλληλης αδειοδότησης προγραμμάτων μπορεί να παρουσιάσει δυσκολία στην διάθεση του απαραίτητου λογισμικού [30]. Όλη αυτή η κατάσταση δημιουργεί μια αρκετά μεγάλη ανομοιομορφία. Παρακάτω, στους πίνακες 5-4 και 5-5, αναφέρονται μερικά από τα λογισμικά που προτείνονται από τις αρμόδιες αρχές για τα σχολικά εργαστήρια πληροφορικής.

Πίνακας 5-4 Λογισμικά Γενικής Χρήσης [39]

A/A	Λογισμικά Γενικής Χρήσης	
1	Λογισμικό αυτοματισμού γραφείου	π.χ. Microsoft Office ή LibreOffice ( <a href="https://el.libreoffice.org/download/">https://el.libreoffice.org/download/</a> ) ή OpenOffice ( <a href="http://www.openoffice.org/el/">http://www.openoffice.org/el/</a> ) με προγράμματα αντίστοιχα με τα Word, Excel, PowerPoint
2	Λογισμικό ανάγνωσης αρχείων PDF	π.χ. Adobe PDF Reader, <a href="https://get.adobe.com/reader/otherversions/">https://get.adobe.com/reader/otherversions/</a>
3	Φυλλομετρητής	π.χ. Internet Explorer, Firefox ( <a href="https://www.mozilla.org/el/firefox/new/">https://www.mozilla.org/el/firefox/new/</a> ) ή Chrome ( <a href="https://www.google.com/intl/el/chrome/browser/desktop/">https://www.google.com/intl/el/chrome/browser/desktop/</a> ) με υποστήριξη Flash και Java (επιθυμητή)

Εκτός από το λογισμικό γενικής χρήσης παρακάτω παρατίθεται και μια λίστα με λογισμικά ειδικοτήτων.

Πίνακας 5-5 Λογισμικά ειδικοτήτων

A/A	Όνομα λογισμικού	Γνωστικό αντικείμενο	Σύντομη Περιγραφή	Άδεια χρήσης
1	Scratch 2.0 και 3.0	Πληροφορική, Προγραμματισμός.	Περιβάλλον (οπτικού) προγραμματισμού σχεδιασμένο από το MIT Media Lab.	Ελεύθερο Λογισμικό
2	Γλώσσα/ ΑΛΓΟΡΙΘΜΙΚΗ Διερμηνευτής της Γλώσσας	Πληροφορική (Αλγοριθμική και Προγραμματισμός)	Εκπαιδευτικό πακέτο «Αλγοριθμική» αναπτύχθηκε στα πλαίσια του έργου Πλειάδες του Ι.Τ.Υ.Ε. - "Διόφαντος"	Ελεύθερο Λογισμικό Ανοικτού Κώδικα.
3	Alice3	Πληροφορική - Αντικειμενοστρεφής προγραμματισμός	Ανοιχτό λογισμικό εισαγωγής στον αντικειμενοστρεφή προγραμματισμό	Ελεύθερο Λογισμικό
4	Greenfoot	Πληροφορική - Αντικειμενοστρεφής προγραμματισμός	Ανοιχτό λογισμικό εισαγωγής στον αντικειμενοστρεφή προγραμματισμό	Ελεύθερο Λογισμικό
5	Python 2.7	Πληροφορική -	Python	Ελεύθερο

		Γλώσσα Python		Λογισμικό
6	GIMP	Πληροφορική	Ανοιχτό λογισμικό ψηφιογραφικής επεξεργασίας εικόνων	Ελεύθερο Λογισμικό Ανοικτού Κώδικα.
7	Inkspace	Πληροφορική	Είναι ένας δωρεάν και ανοιχτού κώδικα επεξεργαστής διανυσματικών γραφικών για Windows και Linux	Ελεύθερο Λογισμικό Ανοικτού Κώδικα.
8	App Inventor 2	Πληροφορική Inventor	Εφαρμογές που "τρέχουν" τοπικά περιβάλλοντα για το Inventor	Ελεύθερο Λογισμικό
9	Algodoo	Φυσική	Ανοιχτό περιβάλλον μάθησης και κατασκευής προσομοιώσεων με χαρακτηριστικά μοντελοποίησης και παιγνιώδους μάθησης	Δωρεάν χρήση
10	Modellus	Φυσική, Μαθηματικά, Βιολογία,	Για modeling, πειραματισμό και simulation, απαραίτητο για την	Άδεια χρήσης για όλο το

		Οικονομία	ανάπτυξη μαθηματικών μοντέλων και την επεξεργασία τους μέσα από γραφικές παραστάσεις , πίνακες και animations.	Ελληνικό Εκπαιδευτικό Σύστημα στην έκδοση 2.5. Δωρεάν χρήση στην έκδοση ModellsX
--	--	-----------	---	---

Όλα τα παραπάνω είναι εκπαιδευτικά λογισμικά τα οποία προτείνονται για να υποστηρίξουν την εκπαιδευτική διαδικασία μέσα στο εργαστήριο πληροφορικής. Όπως μπορούμε να δούμε, πέραν της ειδικότητας της πληροφορικής υπάρχουν και λογισμικά άλλων ειδικοτήτων.

### 5.1.3 Κύριες δυσκολίες των υποδομών πληροφορικής στην εκπαίδευση.

Τα βασικά προβλήματα που υπάρχουν αυτή τη στιγμή στα σχολικά εργαστήρια πληροφορικής και τα οποία γίνονται εμπόδιο στη ομαλή λειτουργία τους έχουν καταγραφεί [40] και παρουσιάζονται παρακάτω:

- Τα υπολογιστικά συστήματα για να μπορούν να είναι λειτουργικά και ασφαλή θα πρέπει κάποιος υπεύθυνος να φροντίζει την συνεχή συντήρηση τόσο των σταθμών όσο και του εξυπηρετητή.
- Ο εξοπλισμός θα πρέπει να ανανεώνεται προκειμένου να καλύπτονται οι ανάγκες των σύγχρονων λειτουργικών συστημάτων πράγμα που βαραίνει κάθε φορά τα οικονομικά των σχολικών μονάδων.
- Ο κάθε μαθητής δεν έχει τον δικό του υπολογιστή αφού ο εξοπλισμός δεν επαρκεί έτσι πολλές φορές σε κάθε υπολογιστή κάθονται 2 ή κα 3 μαθητές.
- Για να γίνεται σωστή συντήρηση του εργαστηρίου απαιτείται εξειδικευμένο προσωπικό με δυνατότητες συντήρησης υλικού και λογισμικού, οι εκπαιδευτικοί δεν είναι υποχρεωμένοι να κάνουν συντήρηση των μηχανημάτων.

Επίσης στο σημείο αυτό θα ήθελα να προσθέσω, από προσωπική εμπειρίας ως μηχανικός υπολογιστών υποστήριξης στο χώρο της Α/θμιας και Β/θμιας εκπαίδευσης Αιτωλοακαρνανίας, ότι υπάρχει μεγάλη ετερογένεια υλικού, ανομοιομορφία λογισμικού και

αρκετά παρωχημένος εξοπλισμός σε πολλές μονάδες που αποτελούν εμπόδιο στην ομαλή εκπαιδευτική διαδικασία.

Αυτά τα προβλήματα που μόλις παρουσιάστηκαν κατά ένα μεγάλο βαθμό αντιμετωπίζονται με το προτεινόμενο σύστημα της παρούσας εργασίας. Στη συνέχεια περιγράφεται ο σχεδιασμός του.

## 5.2 Σχεδίαση

Το προτεινόμενο σύστημα έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε να καλύπτει όλες τις υπάρχουσες ανάγκες ενός σύγχρονου σχολικού εργαστηρίου. Είναι σχεδιασμένο για το επίπεδο της Β/θμιας εκπαίδευση με προοπτική να μπορεί να γίνει χρήση και σε άλλες βαθμίδες. Τα βασικά του χαρακτηριστικά έγκειται στο να είναι οικείο στη χρήση, ευκίνητο, λειτουργικό, και εύκολο στην αναβάθμιση και συντήρηση.

### 5.2.1 Θεωρητική περιγραφή σχεδίασης

Η λύση που προωθείται είναι να δημιουργηθεί σε ένα δημόσιο υπολογιστικό νέφος η κατάλληλη εικονική υποδομή, με όλα τα απαιτούμενα εκπαιδευτικά λογισμικά, που είναι απαραίτητα για διδασκαλία μαθημάτων Β/θμιας εκπαίδευσης. Οι εκπαιδευτικοί που θα κάνουν χρήση αυτής της υποδομής, στην αρχή κάθε εκπαιδευτικής περιόδου με εύκολο τρόπο θα δημιουργούν τα εικονικά τους εργαστήρια τα οποία θα είναι ενεργά μέχρι το τέλος της εκπαιδευτικής περιόδου.

Το δημόσιο υπολογιστικό σύννεφο που επιλέχθηκε είναι το AWS διότι πληροί τις απαιτήσεις αξιοπιστίας, διαθεσιμότητας και ασφάλειας. Για την δημιουργία του εικονικού εξοπλισμού θα χρησιμοποιηθεί το οικείο σε μένα εργαλείο IaC μέσω της υπηρεσίας CloudFormation.

Το μοντέλο υπηρεσιών που θα χρησιμοποιηθεί είναι τύπου IaaS, οι τελικοί χρήστες θα έχουν πρόσβαση σε ένα εικονικό μηχάνημα το οποίο θα έχει προεγκατεστημένο όλο το υλικό με διασφάλιση λειτουργικότητας. Οι τελικοί χρήστες θα μπορούν να έχουν πρόσβαση στα εικονικά μηχανήματα χρησιμοποιώντας μια σύνδεση διαδικτύου και μια υπολογιστική συσκευή όπως υπολογιστής, laptop, tablet.

Τα σκέλη της λύσης είναι τρία:

- A. Μια δομή, ενδεχομένως μια κρατική δομή με εντολή του υπουργείου Παιδείας, δημιουργεί τα πρότυπα εικονικά μηχανήματα για την βαθμίδα και για κάθε ειδικότητα.
- B. Ο εκπαιδευτικός, στην αρχή της σχολικής περιόδου, δημιουργεί τα εικονικά εργαστήρια που θέλει να χρησιμοποιήσει.
- C. Οι μαθητές από το σχολικό εργαστήριο ή από οπουδήποτε και οποτεδήποτε θα μπορεί να συνδεθούν και να κάνουν χρήση του εργαστηρίου.

**Στη συνέχεια περιγράφονται σε λεπτομέρεια τα τρία σκέλη της λύσης.**

- A. Εργασία κρατικής δομής - Δημιουργία των πρότυπων εικονικών μηχανών.

Η πλατφόρμα υπολογιστικού νέφους που επιλέχθηκε διαθέτει γραφικό περιβάλλον σύνδεσης και διαχείρισης των υπηρεσιών της. Τα χαρακτηριστικά του πρότυπου μηχανήματος, για εργαστήριο Β/θμιας εκπαίδευσης, που θα επιλεγούν έχουν να κάνουν με τις απαιτήσεις των εκπαιδευτικών λογισμικών. Όπως διαπιστώσαμε από την λίστα των λογισμικών δεν έχουμε κάποιο λογισμικό με ιδιαίτερες απαιτήσεις. Έτσι μπορούμε να επιλέξουμε ένα μέσο μηχανήμα αρχιτεκτονικής επεξεργαστή διπλού πυρήνα με εικονική κύρια μνήμη 4 GB και χωρητικότητα εικονικού δίσκου 80 GB. Ως λειτουργικό σύστημα θα χρησιμοποιήσουμε έκδοση των Windows 10, η οποία για κάποιες ώρες διατίθεται δωρεάν. Στο σημείο αυτό μπορούν να δημιουργηθούν όσα πρότυπα μηχανήματα θέλουμε για όλες τις ειδικότητες.

- B. Εργασίες εκπαιδευτικού – Δημιουργία εικονικών εργαστηρίων

Ο εκπαιδευτικός που θέλει να δημιουργήσει ένα εικονικό εργαστήριο θα βασιστεί πάνω σε κάποιο πρότυπο μηχανήμα που θα είναι ήδη έτοιμο από το προηγούμενο βήμα. Ο τρόπος για να δημιουργηθεί όλη η υποδομή που είναι απαραίτητη για το εικονικό του εργαστήριο απαιτεί αρκετή εξειδίκευση, γι' αυτό το λόγο θα είναι διαθέσιμα στους εκπαιδευτικούς αρχεία γλώσσας yaml τα οποία θα ανεβάζουν στην υπηρεσία CloudFormation της AWS για να δημιουργήσουν όλη την αναγκαία υποδομή. Πρέπει να φανταστούμε την υποδομή που πρέπει να δημιουργηθεί σε κάθε εικονικό εργαστήριο σαν ένα datacenter το οποίο διαθέτει δικτυακή υποδομή με υποδίκτυα, δημόσια και ιδιωτικά, με nat και dns servers, με Active Directory για αυθεντικοποίηση χρηστών, με public IP, με gateways, Network Access Lists και Routing tables.

Αυτά τα αρχεία, για το παράδειγμα μας, έχουν ετοιμαστεί και θα παρατεθούν στο Παράρτημα της εργασίας

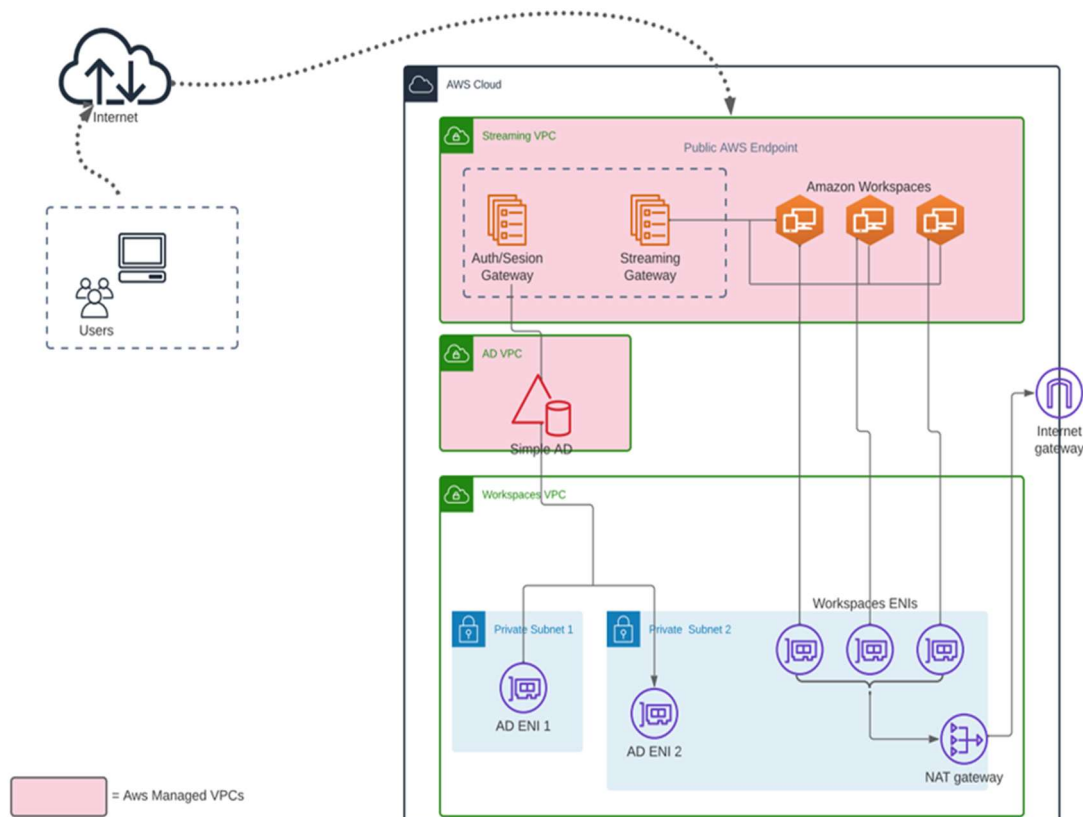
### C. Εργασίες στη μεριά του χρήστη – Είσοδος στο σύστημα

Τέλος αφού έχουν ολοκληρωθεί τα δυο προηγούμενα βήματα το εργαστήριο είναι έτοιμο να δεχθεί τους χρήστες του. Οι εργασίες των μαθητών προκειμένου να αποκτήσουν πρόσβαση στην cloud υποδομή είναι πολύ απλές. Ακολουθούν, την πρώτη φορά, ένα link που έχουν πάρει στο προσωπικό τους email για να κατεβάσουν ένα ελαφρύ λογισμικό το οποίο όταν θα εκκινήσουν θα εισάγουν τα απαραίτητα credentials και θα αποκτήσουν μόνιμη πρόσβαση στο σύστημα. Τα credentials βρίσκονται στο email που έλαβαν από την πλατφόρμα όταν ο εκπαιδευτικός δημιούργησε το εικονικό εργαστήριο.

Μια οπτικοποίηση της παραπάνω πρότασης μπορούμε να δούμε στην επόμενη ενότητα, πώς δηλαδή είναι δομημένα τα απαραίτητα στοιχεία έτσι ώστε να μπορεί ο μαθητής να κάνει χρήση του συστήματος.

#### 5.2.2 Συνολική αρχιτεκτονική και λειτουργία

Στο επόμενο απλοποιημένο σχήμα της εικόνας 5-1 αποτυπώνεται η τελική αρχιτεκτονική της πρότασης δημιουργίας του εικονικού εργαστηρίου.



Εικόνα 5-1 Αρχιτεκτονική αποτύπωση λύσης

Το εργαστήριο αποτελείται από εικονικούς σταθμούς εργασίας που έχουν:

- το επιθυμητό μέγεθος υλικού (ram, cores, storage) το οποίο μπορεί να προσαρμοστεί αυξανόμενο ή μειούμενο από τον χρήστη (scale up/scale down)
- το επιθυμητό προεγκατεστημένο λογισμικό (ΛΣ, εφαρμογές, αρχεία)

Οι εικονικοί σταθμοί υλοποιούνται έχοντας μια εικονική κάρτα δικτύου σε ένα δημόσιο υποδίκτυο. Έχουν άλλη μια κάρτα δικτύου σε ένα ιδιωτικό υποδίκτυο που είναι διαχειριζόμενο από την AWS. Επίσης επικοινωνούν εσωτερικά με τον κατάλογο (AD) ο οποίος αυθεντικοποιεί και εξουσιοδοτεί τους χρήστες. Έτσι στο τέλος ο μαθητής δέχεται στην οθόνη του pixel streams και όχι ενεργό περιεχόμενο και μάλιστα κρυπτογραφημένο τόσο κατά την μεταφορά (in transit) όσο και κατά την αποθήκευση (at rest).

Κάθε σταθμός εργασίας μπορεί να χρησιμοποιηθεί μέσω προσφερόμενου από την πλατφόρμα λογισμικού ή μέσω φυλλομετρητή διαδικτύου. Στο τέλος της εργασίας ο χρήστης μπορεί να διακόψει τη σύνδεση χωρίς να τερματίσει τον σταθμό εργασίας. Όταν ξανασυνδεθεί θα βρεθεί στο περιβάλλον που ήταν όταν διέκοψε π.χ. στην όγδοη σελίδα ενός κειμένου Word.



### 5.2.3 AWS CloudFormation (CF)

Για τις ανάγκες της επαναλαμβανόμενης υλοποίησης της υποδομής του περιβάλλοντος εργασίας των εκπαιδευομένων από τον εκπαιδευτικό καθώς και της επακόλουθης αφαίρεσης της μετά το πέρας των εργαστηρίων χρησιμοποιήθηκε το εργαλείο IaC μέσω της υπηρεσίας CloudFormation του παρόχου υπηρεσιών υπολογιστικού νέφους Amazon Web Services (AWS).

Το CloudFormation είναι μια υπηρεσία που βοηθάει στην μοντελοποίηση και υλοποίηση υποδομών στο cloud της AWS. Έτσι δεν χρειάζεται η δημιουργία και παραμετροποίηση με μη αυτόματο τρόπο των πόρων που απαρτίζουν την υποδομή (π.χ. EC2, RDS, S3, VPC, κ.ά.).

### 5.2.4 Χρήση του CF

Με το CF μπορούμε να δημιουργήσουμε ένα πρότυπο που θα περιγράφει τους πόρους AWS που θα χρησιμοποιήσουμε. Αφού δημιουργήσουμε το πρότυπο το εκτελούμε είτε μέσω της κονσόλας είτε μέσω της γραμμής εντολών είτε προγραμματιστικά μέσω κάποιου SDK (software development kit). Το αποτέλεσμα της εκτέλεσης είναι η στοίβα. Η στοίβα είναι μια συλλογή πόρων που μπορούμε να διαχειριστούμε σαν μια μονάδα. Δηλαδή μπορούμε να δημιουργήσουμε, να ενημερώσουμε ή να διαγράψουμε μια στοίβα σαν ενιαίο σύνολο.

Το CloudFormation διασφαλίζει ότι όλοι οι πόροι στοίβας δημιουργούνται ή διαγράφονται ανάλογα με την περίπτωση. Επειδή το CloudFormation αντιμετωπίζει τους πόρους στοίβας ως μια ενιαία μονάδα, πρέπει όλοι να δημιουργηθούν ή να διαγραφούν με επιτυχία για να δημιουργηθεί ή να διαγραφεί η στοίβα. Εάν δεν μπορεί να δημιουργηθεί ένας πόρος, το CloudFormation επαναφέρει τη στοίβα και διαγράφει αυτόματα τυχόν πόρους που δημιουργήθηκαν. Εάν ένας πόρος δεν μπορεί να διαγραφεί, τυχόν εναπομείναντες πόροι διατηρούνται μέχρι να διαγραφεί επιτυχώς η στοίβα [41].

### 5.2.5 Προδιαγραφές Εικονικού Εργαστηρίου

#### 5.2.5.1 Εικονικές Συσκευές

Για τη συγκεκριμένη υλοποίηση θα χρησιμοποιηθούν συνολικά 10 εικονικές μηχανές με τις προδιαγραφές όπως φαίνονται στον πίνακα 5-6:

Πίνακας 5-6 Workstation's Configuration

Workstation	AWS
vCPU	2
RAM(GB)	4
Disk(GB)	80
Operating system	Windows 10
Other software	Packet Tracer
<hr/>	
Συνολικό Πλήθος VMs	10

#### 5.2.5.2 Δίκτυο

Στον παρακάτω πίνακα 5-7 φαίνεται ο δικτυακός σχεδιασμός με τις IP διευθύνσεις που έχουν οριστεί.

Πίνακας 5-7 Δικτυακός σχεδιασμός διευθύνσεων

	Network Segment Address	Prefix length	NetMask	Addresses
VPC CIDR	10.0.0.0	/16	255.255.0.0	65534
Public0SubNet	10.0.0.0	/24	255.255.255.0	256
Public1SubNet	10.0.1.0	/24	255.255.255.0	256
Private0SubNet	10.0.2.0	/24	255.255.255.0	256

Private1SubNet	10.0.3.0	/24	255.255.255.0	256
----------------	----------	-----	---------------	-----

### 5.3 Υλοποίηση

Όπως περιγράψαμε στο θεωρητικό μέρος σχεδίασης η πρόταση αποτελείται από τρία στάδια. Στο πρώτο στάδιο δημιουργούμε ένα workspace το οποίο θεωρούμε πρότυπο, είναι αυτό που θα θέλουμε να έχει ο κάθε μαθητής κατά την ώρα του μαθήματος. Γι' αυτό θα το παραμετροποιήσουμε έτσι ώστε να έχει όλα τα εργαλεία που θέλουμε να είναι διαθέσιμα την ώρα του μαθήματος. Το δεύτερο στάδιο είναι αυτό κατά το οποίο θα δημιουργήσουμε όσα αντίγραφα, του προτύπου workspace, είναι απαραίτητα για διεξαγωγή του μαθήματος μας. Το τρίτο στάδιο είναι αυτό που κάνει ο μαθητής για να εισέλθει στο σύστημα. Τα τρία αυτά στάδια θα περιγραφούν αναλυτικά στις επόμενες ενότητες.

Πριν ξεκινήσουμε να δημιουργούμε τα πρότυπα μηχανήματα θα πρέπει να εισέλθουμε στο σύστημα με τους λογαριασμούς που έχουμε δημιουργήσει στην πλατφόρμα, όπως φαίνεται παρακάτω στην εικόνα 5.2.

#### 5.3.1 Είσοδος στο σύστημα της AWS

Την πρώτη φορά που θα κάνουμε είσοδο στο σύστημα της AWS θα γίνει ως root user, εικόνα 5-2. Ο root user είναι αυτός που έχει πλήρη πρόσβαση σε όλες τις υπηρεσίες και τους πόρους της AWS του λογαριασμού μας. Συνδεόμαστε ως root users χρησιμοποιώντας την ηλεκτρονική διεύθυνση και τον κωδικό πρόσβασης που επιλέξαμε κατά την διαδικασία δημιουργίας του λογαριασμού μας στην AWS. Προτείνεται, αυστηρά, ο root user να δημιουργήσει χρήστες Identity and Access Management (IAM) για λόγους ασφαλείας, αυτοί οι χρήστες έχουν τα δικαιώματα του root εκτός των δικαιωμάτων που αφορούν το billing του λογαριασμού. Κάθε χρήστης αποτελείται από το όνομα και τα δικαιώματα που φέρει, μπορούμε να δημιουργήσουμε χρήστες με πολλές διαβαθμίσεις δικαιωμάτων.



## Sign in

**Root user**  
Account owner that performs tasks requiring unrestricted access. [Learn more](#)

**IAM user**  
User within an account that performs daily tasks. [Learn more](#)

### Root user email address

By continuing, you agree to the [AWS Customer Agreement](#) or other agreement for AWS services, and the [Privacy Notice](#). This site uses essential cookies. See our [Cookie Notice](#) for more information.

New to AWS?



Εικόνα 5-2 Αρχική οθόνη στο site της aws όπου συνδεόμαστε ως root users

Στο παράδειγμα μας έχει χρησιμοποιηθεί ως ηλεκτρονική διεύθυνση μια προσωπική διεύθυνση για τη δημιουργία του AWS λογαριασμού. Με αυτή την ηλεκτρονική διεύθυνση εισερχόμαστε στο σύστημα και δημιουργούμε ένα χρήστη IAM με όνομα admin2. Κατά την δημιουργία του χρήστη IAM θα μας έρθει στο email μας ένα 12ψήφιο account ID το οποίο θα συνδυαστεί με το IAM user name και ένα κωδικό για να εισέλθουμε στη πλατφόρμα της Amazon, εικόνα 5-3.



## Sign in as IAM user

Account ID (12 digits) or account alias

IAM user name

Password

Remember this account

[Sign in using root user email](#)

[Forgot password?](#)



Εικόνα 5-3 Οθόνη στο site της AWS όπου συνδεόμαστε ως IAM users

### 5.3.2 Διαδικασία δημιουργίας περιβάλλοντος εικονικού εργαστηρίου με τη χρήση του CloudFormation

Για τις ανάγκες της δημιουργίας του εικονικού εργαστηρίου δημιουργήθηκαν τέσσερα πρότυπα στα οποία αφού δοθούν κάθε φορά οι παράμετροι αυτά δημιουργούν αντίστοιχες στοίβες οι οποίες αποτελούν κάθε φορά μια λειτουργική μονάδα. Για λόγους απλότητας δεν έγινε χρήση στοίβας – στοιβών (stack of stacks) οπότε θα πρέπει κανείς να «τρέξει» τα πρότυπα με μια συγκεκριμένη σειρά:

- a) vpc.yaml
- b) SimpleAD.yaml
- c) Lambda.yaml
- d) Workspaces.yaml

Ακολουθεί περιγραφή της λειτουργικότητας καθενός από τα πρότυπα.

#### 5.3.3 Πρότυπο vpc.yaml

Το συγκεκριμένο πρότυπο δημιουργεί το δομικό περιβάλλον (Landing zone) όπου θα υλοποιηθεί το εργαστήριο καθώς και όλα τα δικτυακά στοιχεία. Ζητάει σαν εισαγωγή το όνομα της στοίβας που θέλουμε να δημιουργήσει και το όνομα του VPC.

Τα στοιχεία που δημιουργεί είναι:

- VPC: Εικονικό δίκτυο με CIDR 10.0.0.0/16
- Public0 & Public1: Δυο δημόσια υποδίκτυα με CIDR αντίστοιχα 10.0.0.0/24 & 10.0.1.0/24
- Private0 & Private1: Δυο ιδιωτικά υποδίκτυα με CIDR αντίστοιχα 10.0.2.0/24 & 10.0.3.0/24
- Τα παραπάνω τα τοποθετεί στις δυο πρώτες ζώνες διαθεσιμότητας (Availability zones) της περιοχής(Region) που επιλέχθηκε να υλοποιηθεί η υποδομή.
- Ενεργοποιεί το DNS για το vpc
- InternetGateway : πύλη επικοινωνίας με το διαδύκτιο
- ElasticIP: μια στατική IP για χρήση με την NatGateway
- NatGateway: στο πρώτο από τα δημόσια δίκτυα δημιουργεί μια πύλη NAT ούτως ώστε να μπορούν να επικοινωνήσουν τα στοιχεία που θα βρίσκονται στα ιδιωτικά υποδίκτυα με το διαδύκτιο και την συνδέει με την ElasticIP.

- **PublicRouteTable:** Έναν RT με Routes το τοπικό υποδίκτυο και την InternetGateway που τον συνδέει με τα δημόσια υποδίκτυα.
- **Private RouteTable:** Έναν RT με Routes το τοπικό υποδίκτυο και την NatGateway που τον συνδέει με τα ιδιωτικά υποδίκτυα.
- **ACLs:** Δυο λίστες ελέγχου πρόσβασης (access control lists) μια για τα δημόσια και μια για τα ιδιωτικά υποδίκτυα.
- **Security Groups(SGs) :** Δυο γκρουπ ασφαλείας ένα για τα δημόσια και ένα για τα ιδιωτικά υποδίκτυα.

#### 5.3.4 Πρότυπο SimpleAD.yaml

Αυτό το πρότυπο δημιουργεί έναν απλό LDAP (Lightweight Directory Access Protocol) κατάλογο ο οποίος ονομάζεται SimpleAD. Δέχεται ως παραμέτρους:

- **DomainName:** Το πιστοποιημένο όνομα τομέα – FQDN (Fully Qualified Domain Name) του domain (Π.χ corp.example.com)
- **PrivateSubnet1 & PrivateSubnet2:** Δυο ιδιωτικά υποδίκτυα για να χρησιμοποιηθούν από τον κατάλογο (επιλέγουμε αυτά που δημιούργησε το vpc.yaml)
- **SimpleADPW :** password για τον διαχειριστή του καταλόγου
- **SimpleADShortName :** Το Netbios όνομα του domain
- **Size:** Το μέγεθος του καταλόγου (Επιτρεπόμενες τιμές Small/Large)
- **VPCID:** Το ID του vpc στο οποίο θέλουμε να υλοποιήσουμε τον κατάλογο (επιλέγουμε αυτό που δημιούργησε το vpc.yaml)

Στο τέλος της δημιουργίας της στοίβας έχουμε ένα υψηλής διαθεσιμότητας (HA) LDAP για να το χρησιμοποιήσουμε με τους εικονικούς σταθμούς εργασίας.

Σε αυτό το σημείο ο εκπαιδευτικός θα πρέπει να δημιουργήσει τους χρήστες με τα email τους.

#### 5.3.5 Πρότυπο Lambda.yaml

Αυτό το πρότυπο αποτελεί βοηθητικό πρόγραμμα για το τέταρτο πρότυπο. Το CloudFormation είναι ένα εργαλείο το οποίο χρησιμοποιεί δηλωτική προσέγγιση για την δημιουργία των στοιβών. Άρα δεν μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τεχνικές της επιτακτικής προσέγγισης (Loops, If-then-else κ.α.) άμεσα. Για τις ανάγκες δημιουργίας του εργαστηρίου έχουμε διαφορετικό αριθμό κάθε φορά σπουδαστών ανά εργαστήριο.

Έτσι για να λύσουμε αυτό το θέμα χρησιμοποιούμε το `Lambda.yaml` το οποίο δημιουργεί μια συνάρτηση Λάμδα (είναι δομικό στοιχείο των `serverless` αρχιτεκτονικών `FaaS`) και την αποθηκεύει στο αποθετήριο της `AWS`. Αυτή είναι γραμμένη σε γλώσσα προγραμματισμού `python` και τροποποιεί καταλλήλως τις παραμέτρους του `Workspaces.yaml`, όταν καλείται από αυτό, ούτως ώστε να δημιουργήσει τόσους εικονικούς σταθμούς εργασίας όσοι είναι οι μαθητές.

### 5.3.6 Πρότυπο `Workspaces.yaml`

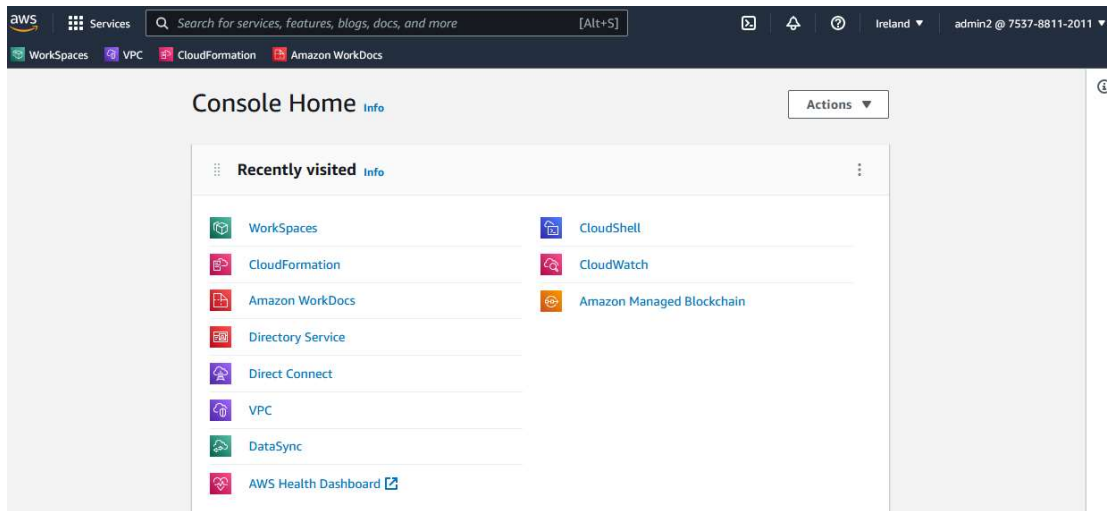
Το τελευταίο σε σειρά πρότυπο έχει σαν παραμέτρους εκτός από το όνομα της στοίβας:

- `Usernames`: Τα ονόματα των χρηστών
- `WorkSpace Bundle`: Το όνομα του πακέτου (`Bundle`) που έχει δημιουργήσει η κρατική δομή σε προηγούμενο στάδιο και αποτελεί συνδυασμό του υλικού που θα χρησιμοποιηθεί για την δημιουργία του κάθε σταθμού εργασίας (`ram`, `cores`, `storage`) και του αντιτύπου (`image`) του λογισμικού (Λειτουργικό σύστημα, Εφαρμογές, Προεγκατεστημένα αρχεία χρήστη)
- `WorkSpace Directory`: Το ID του καταλόγου που δημιούργησε το `SimpleAD.yaml`

Το `Workspaces.yaml` όταν εκτελείται αρχικά καλεί την συνάρτηση `Lambda` που έχει δημιουργήσει το `Lambda.yaml` η οποία δημιουργεί τα αντίστοιχα δηλωτικά τμήματα κώδικα ένα για κάθε όνομα σπουδαστή και τα ενσωματώνει στο `Workspaces.yaml`. Το τελικό αποτέλεσμα είναι να δημιουργηθεί ένας πλήρης εικονικός σταθμός ανά σπουδαστή.

### 5.3.7 Στάδιο δημιουργίας πρότυπου `WorkSpace`.

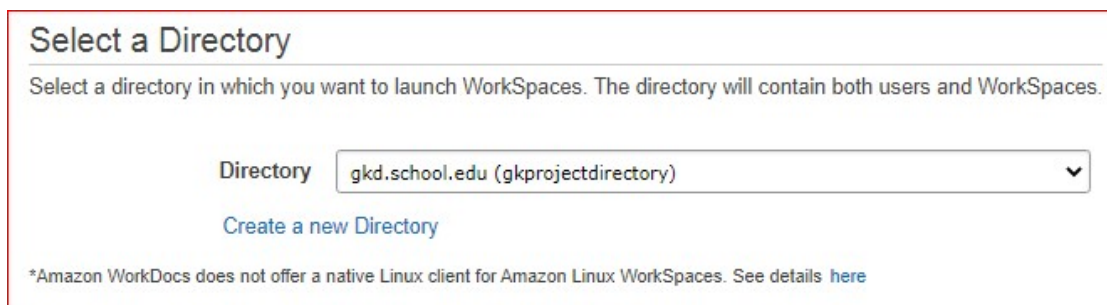
Εφόσον εισέλθουμε στην πλατφόρμα θα δούμε την αρχική σελίδα της πλατφόρμας με διάφορες πληροφορίες και επιλογές, συγκεκριμένα, πάνω δεξιά βλέπουμε ποιο `region` έχουμε επιλέξει για να εργαστούμε και ποιο είναι το όνομα χρήστη με το `account ID` του. Σε εμάς το `region` επιλογής είναι `Ireland` και το όνομα χρήστη `admin2@7537-8811-2011`, εικόνα 5-4. Μπορούμε να αλλάξουμε γεωγραφική περιοχή πολύ εύκολα επιλέγοντας από την λίστα αυτή που θέλουμε. Στο κέντρο της σελίδας φαίνονται κάποιες υπηρεσίες `AWS` που πρόσφατα έχουμε χρησιμοποιήσει, ενώ πάνω αριστερά υπάρχει επιλογή για να ψάξουμε άλλες υπηρεσίες που παρέχει η πλατφόρμα.



Εικόνα 5-4 Αρχική κονσόλα επιλογής υπηρεσιών

Αρχικά θα δημιουργήσουμε το πρώτο workspace το οποίο θα διαμορφώσουμε έτσι ώστε να ταιριάζει στις απαιτήσεις του μαθήματος μας.

Το πρώτο βήμα είναι να επιλέξουμε την υπηρεσία καταλόγου στην οποία θα ανεβάσουμε το workspace μας, εικόνα 5-5, οι κατάλογοι χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση πληροφοριών σχετικών με τους χρήστες, τις ομάδες και τις συσκευές που έχουμε ενεργοποιήσει, οι διαχειριστές χρησιμοποιούν τους καταλόγους για διαχείριση της πρόσβασης σε πληροφορίες και πόρους.



Εικόνα 5-5 Επιλογή Domain

Αφού επιλέξουμε τον κατάλογο του συστήματος το επόμενο βήμα είναι να δημιουργήσουμε χρήστες που θα εισαχθούν στον κατάλογο μας, θα δώσουμε ένα μοναδικό username με τα υποπεδία First και Last Name και ένα σωστό email στο οποίο θα σταλούν τα στοιχεία σύνδεσης του χρήστη μας, εικόνα 5-6.

Create New Users and Add Them to Directory: gkd.school.edu

Username	First Name	Last Name	Email	
<input type="text" value="student"/>	<input type="text" value="Model"/>	<input type="text" value="Model"/>	<input type="text" value="gkoubaroulis@gmail.com"/>	REMOVE



### Εικόνα 5-6 Δημιουργία χρήστη

Στη συνέχεια θα πρέπει να επιλέξουμε το υλικό και λογισμικό που θα χρησιμοποιήσουμε, θα κάνουμε επιλογή από την λίστα του επεξεργαστή, της κύριας μνήμης και του σκληρού δίσκου, αυτά τα στοιχεία θα τα «παντρέψουμε» με το λογισμικό που θέλουμε στο παράδειγμα μας, εικόνα 5-7.

#### Select Bundle

Select a bundle of compute, operating system, storage, and applications for each of your users. All Amazon Linux bundles come with the following packages: Firefox, LibreOffice, Evolution, Python and more. All Windows bundles come with the following applications: Internet Explorer 11, and Firefox. You can install your own applications and packages on your WorkSpaces once it has launched. More details on Windows Plus bundles which include Microsoft Office can be found [here](#).

Bundle	Language	CPU	Memory	Root Volume	User Volume
<input type="checkbox"/> Value with Amazon Linux 2 <i>PCoIP</i>	English (US)	1 vCPU	2 GiB	80 GB	10 GB
<input type="checkbox"/> Standard with Amazon Linux 2 <b>Free tier eligible</b> <i>PCoIP</i>	English (US)	2 vCPU	4 GiB	80 GB	50 GB
<input type="checkbox"/> Performance with Amazon Linux 2 <i>PCoIP</i>	English (US)	2 vCPU	8 GiB	80 GB	100 GB
<input type="checkbox"/> Power with Amazon Linux 2 <i>PCoIP</i>	English (US)	4 vCPU	16 GiB	175 GB	100 GB
<input type="checkbox"/> PowerPro with Amazon Linux 2 <i>PCoIP</i>	English (US)	8 vCPU	32 GiB	175 GB	100 GB
<input checked="" type="checkbox"/> Standard with Windows 10 (Server 2016 based) <b>Free tier eligible</b> <i>PCoIP</i>	English (US)	2 vCPU	4 GiB	80 GB	50 GB
<input type="checkbox"/> Standard with Windows 10 and Office 2016 Pro Plus (Server 2016 based)					

### Εικόνα 5-7 Επιλογή bundle

Έπειτα επιλέγουμε το Running Mode που θέλουμε, συγκεκριμένα έχουμε δυο επιλογές εάν θέλουμε το workspace μας να είναι σε συνεχή λειτουργία μέχρι να το κλείσουμε εμείς ή εάν θέλουμε να κλείνει αυτόματα, εφόσον έχουμε αποσυνδεθεί, μετά από ένα χρονικό όριο που θα βάλουμε, εικόνα 5-8.

#### Running Mode

Choose how you will run and pay for your WorkSpaces. [Learn more here](#).

- AlwaysOn**  
Billed monthly. Instant access to an always running WorkSpace.
- Auto Stop** **Free tier eligible**  
Billed by the hour. WorkSpaces starts automatically when you log in, and stops when no longer being used. When possible, AutoStop snapshots the desktop state to the root volume of the WorkSpace. When a user next logs in, their WorkSpace resumes its previous state, including the state of programs and documents.  
AutoStop Time (hours)

### Εικόνα 5-8 Επιλογή συμπεριφοράς Auto Stop του workspace

Αυτό είναι και το τελευταίο βήμα πριν κάνουμε την δημιουργία του νέου μας workspace.

Όταν ολοκληρωθεί η διαδικασία δημιουργίας του workspace θα μπορούμε να το εντοπίσουμε στη λίστα με το σύνολο των λεπτομερειών του όπως είναι το ID, username, disk volume, running mode, status, IP, Bundle, εικόνα 5-9.

## WorkSpaces

The screenshot shows the Amazon WorkSpaces console interface. At the top, there is a 'Launch WorkSpaces' button and an 'Actions' dropdown menu. Below this is a search bar with the placeholder text 'Search by WorkSpace ID, username, bundle name or organization name'. A table lists workspace details for 'ws-60r7n01pp', including Username (student), Compute type (Standard), Root Volume (80 GB), User Volume (50 GB), Running Mode (AutoStop), and Status (STOPPED). Below the table, a detailed view of the workspace configuration is shown, including Username (student), Name (Model, Model), Email (gkoubaroulis@gmail.com), Clients Link (https://clients.amazonworkspaces.com/), Registration Code (wsdub+YTLRWY), Failure Message (None), Connection State (UNKNOWN), User Last Active (May 31, 2022, 9:30:38 AM), Last State Check (Jun 16, 2022, 11:30:45 AM), WorkSpace IP (10.0.28.154), Launch Bundle (Standard with Windows 10 (Server 2016 based) (PCoIP)), Language (English (US)), Computer Name (WSAMZN-EHR989Q3), Encrypted Volumes (None), Encryption Key (None), AutoStop Time (1 hour), and State (None).

Εικόνα 5-9 Λεπτομέρειες του workspace που δημιουργήθηκε

### 5.3.8 Σύνδεση στο σύστημα

Με την ολοκλήρωση της δημιουργίας του workspace είμαστε έτοιμοι, από τον τοπικό μας υπολογιστή, να συνδεθούμε και να εκκινήσουμε το μηχάνημα που μόλις σχεδιάσαμε και δημιουργήσαμε. Αυτό για να γίνει θα πρέπει να ανατρέξουμε στα email μας και να βρούμε το email που μας έστειλε το σύστημα με τις πληροφορίες σύνδεσης, εικόνα 5-10. Στο παράδειγμα μας το email που μας ήρθε φαίνεται παρακάτω.

Dear Amazon WorkSpaces User,

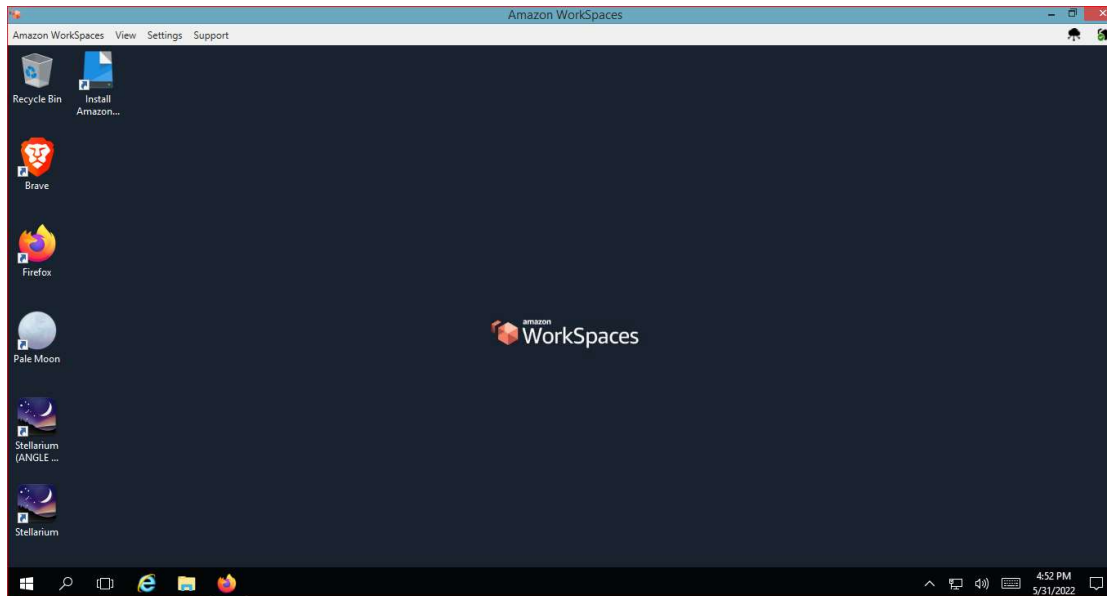
Your administrator has created an Amazon WorkSpace for you. Follow the steps below to quickly get started with your WorkSpace:

1. Complete your user profile and download a WorkSpaces client using the following link: [https://gkprojectdirectory.awsapps.com/auth/?#invite:token=11zvvWkf-enzt975o76s4Yqru49qt8WosXTi1Iz1B9oecvASPvzFqqejE7fQGT6QW4TKAfPLQIsOUtREbv7OPCdPN77qgWUIKPHuPZp3qbJqI4qh61kN9NCQRpNVwbSRFqMq6kSOfwMFZY7KEsOF-xO1DGPAQp8ky1vBnNf-JVxBkehFzOw3C9j9GKXo8ZY0s-r1tgiS-juGPG7Q4&redirect\\_uri=https://clients.amazonworkspaces.com/&client\\_id=535a8098b02ad869](https://gkprojectdirectory.awsapps.com/auth/?#invite:token=11zvvWkf-enzt975o76s4Yqru49qt8WosXTi1Iz1B9oecvASPvzFqqejE7fQGT6QW4TKAfPLQIsOUtREbv7OPCdPN77qgWUIKPHuPZp3qbJqI4qh61kN9NCQRpNVwbSRFqMq6kSOfwMFZY7KEsOF-xO1DGPAQp8ky1vBnNf-JVxBkehFzOw3C9j9GKXo8ZY0s-r1tgiS-juGPG7Q4&redirect_uri=https://clients.amazonworkspaces.com/&client_id=535a8098b02ad869)
2. Launch the client and enter the following registration code: **wsdub+YTLRWY**
3. Login with your newly created password. Your username is **student**

You may download clients for additional devices at <https://clients.amazonworkspaces.com/>

Εικόνα 5-10 Οδηγίες που έχουν σταλεί από την πλατφόρμα στο χρήστη για να συνδεθεί

Ακολουθώντας τις οδηγίες σύνδεσης εκκινούμε το μηχάνημά μας, μπαίνουμε στο περιβάλλον εργασίας του λειτουργικού που έχουμε επιλέξει, στο παράδειγμα μας στην εικόνα 5-11 έχουμε επιλέξει Windows 10.



Εικόνα 5-11 Επιφάνεια εργασίας πρώτου μηχανήματος

Μάλιστα εάν μπούμε στην κονσόλα της aws και πάμε στη κατηγορία με τα workspaces θα μπορούσαμε να δούμε ότι το status του μηχανήματός μας έχει αλλάξει σε “available”, εικόνα 5-12.

Workspace ID	Username	Compute	Root Volume	User Volume	Running Mode	Status
ws-60r7n01pp	student	Standard	80 GB	50 GB	AutoStop	AVAILABLE

Εικόνα 5-12 Λεπτομέρειες κατάστασης λειτουργίας του Workspace

Τώρα, αφού έχουμε μπει σε περιβάλλον windows 10, θα κάνουμε εγκατάσταση του απαραίτητου λογισμικού που θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε στο μάθημά μας, στο παράδειγμα μας εμείς θα εγκαταστήσουμε το λογισμικό εξάσκησης Packet Tracer, είναι ένα λογισμικό προσομοίωσης δικτυακών συσκευών. Επιτρέπει στους χρήστες να δημιουργούν εικονικές τοπολογίες δικτύων σαν να είναι πραγματικά δίκτυα υπολογιστών με τα αντίστοιχα πρωτόκολλα επικοινωνίας τους. Οι χρήστες προσθέτουν, συνδέουν, ρυθμίζουν, τροποποιούν δικτυακά στοιχεία και παίρνουν ανάδραση. Αυτό το λογισμικό θα χρησιμοποιηθεί στο μάθημα που θα γίνει κατά τη διάρκεια της δοκιμής του συστήματος.

Αφού έχουμε ολοκληρώσει την εγκατάσταση των λογισμικών που θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε στο μάθημά μας το επόμενο βήμα της διαδικασίας είναι να πάρουμε ένα

Image του παραπάνω μηχανήματος, διότι αυτόν τον συνδυασμό λογισμικού θέλουμε να τον κρατήσουμε και να τον μοιράσουμε σε όλους τους χρήστες που θα συμμετέχουν στο εικονικό μας εργαστήριο. Στο παράδειγμα μας φαίνεται στην, εικόνα 5-13, το image αυτό το ονομάσαμε imageLabArtasMaster.

Name	Status	Software package	ID	Created date	Ownership
imageLabArtasMaster	Available	Base	wsi-3w1b0swj4	Tuesday, May 31, 2022	Me

Εικόνα 5-13 Δημιουργούμε το image το πρώτου μας Workspace

Όταν ολοκληρωθεί η δημιουργία του Image θα έχει status “Available”, τότε θα πρέπει να περάσουμε στο επόμενο βήμα της αντιστοίχισης του image με το υλικό στο οποίο θα τρέχει. Θα «παντρέψουμε» δηλαδή το λογισμικό με το «εικονικό σίδερο», θα δημιουργήσουμε ένα custom bundle με ό,τι χαρακτηριστικά θέλουμε εμείς. Ένα custom Image περιέχει το λειτουργικό σύστημα, το επιπλέον λειτουργικό που βάλαμε εμείς και τις ρυθμίσεις του Workspace. Ένα custom bundle είναι ένας συνδυασμός τόσο του custom image όσο και του υλικού από το οποίο θέλουμε να εκκινηθεί το workspace μας.

Παρακάτω, εικόνα 5-14, δημιουργούμε το custom bundle του παραδείγματος μας.

### Source image summary

Name imageLabArtasMaster	Operating system Windows10	Ownership Me	Root volume size 80 GB
ID wsi-3w1b0swj4	Software package Base	Client protocol PCoIP	Status Available
Description Windows 10 with Packet Trace	Included software -	Created date Tue May 31 2022 09:55:16 GMT+0300 (Θερινή ώρα Ανατολικής Ευρώπης)	Status message Available
			Message -

### New bundle

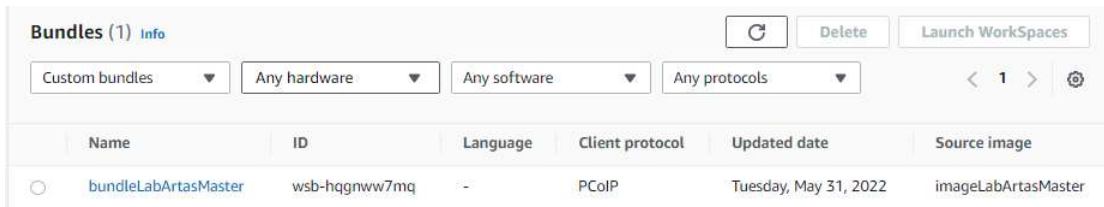
Bundle name  
bundleLabArtasMaster  
Maximum 64 characters.

Description  
Combination software and hardware  
Maximum 256 characters.

Bundle hardware type  
Standard - 2 vCPU, 4.0GiB Memory

Εικόνα 5-14 Λεπτομέρειες δημιουργημένου bundle

Όταν ολοκληρωθεί η δημιουργία του bundle μπορούμε να το δούμε στην επιλογή bundles της κονσόλας μας, εικόνα 5-15. Μπορούμε να διακρίνουμε και ποιο είναι το source image που χρησιμοποιεί.



Name	ID	Language	Client protocol	Updated date	Source image
bundleLabArtasMaster	wsb-hqgnww7mq	-	PCoIP	Tuesday, May 31, 2022	imageLabArtasMaster

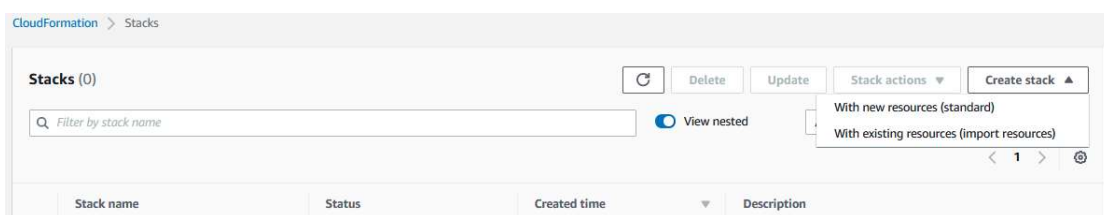
Εικόνα 5-15 Λίστα των bundles που έχουμε δημιουργήσει, εμείς έχουμε ένα.

### 5.3.9 Στάδιο δημιουργίας αντιγράφων πρότυπου Workspace

Εφόσον έχουμε ολοκληρώσει με επιτυχία το πρώτο στάδιο δημιουργίας του πρότυπου Workspace στη συνέχεια θα ακολουθήσουμε τη διαδικασία μαζικής δημιουργίας των πρότυπων μηχανημάτων μας. Για να γίνει αυτό θα πρέπει να έχουμε ετοιμάσει τα κατάλληλα αρχεία yaml. Τα αρχεία αυτά είναι σχεδιασμένα έτσι ώστε να δημιουργείται αρχικά η κατάλληλη δικτυακή υποδομή με όλες τις απαραίτητες υπηρεσίες που θα πρέπει να είναι ενεργές. Έπειτα δημιουργείται ο Active Directory, ακολουθεί η δημιουργία χρηστών και τέλος ακολουθεί η μαζική δημιουργία των WorkSpaces. Αναλυτικά τα βήματα περιγράφονται στις παρακάτω ενότητες.

#### 5.3.9.1 Εκτέλεση VPC stack

Από την κονσόλα της AWS πηγαίνουμε στην υπηρεσία CloudFormation>Stacks>Create stack>With new resources(standard), εικόνα 5-16.



Εικόνα 5-16 Δημιουργία του πρώτου Stack.

Επιλέγουμε το yaml αρχείο που έχουμε ήδη ετοιμάσει για να δημιουργήσουμε όλες τις υπηρεσίες που είναι απαραίτητες για να λειτουργήσει ένα VPC. Το αρχείο το φορτώνουμε από τον υπολογιστή μας, εικόνα 5-17, το έχουμε ονομάσει vpc1.yaml.

## Create stack

### Prerequisite - Prepare template

Prepare template  
Every stack is based on a template. A template is a JSON or YAML file that contains configuration information about the AWS resources you want to include in the stack.

Template is ready
  Use a sample template
  Create template in Designer

### Specify template

A template is a JSON or YAML file that describes your stack's resources and properties.

Template source  
Selecting a template generates an Amazon S3 URL where it will be stored.

Amazon S3 URL
  Upload a template file

Upload a template file

vpc1.yaml  
JSON or YAML formatted file.

S3 URL: <https://s3-eu-west-1.amazonaws.com/cf-templates-22i8c35r15bk-eu-west-1/20221675Y1-vpc1.yaml>

Εικόνα 5-17 Επιλέγουμε το αρχείο vpc1.yaml με σκοπό να δημιουργήσουμε το VPC

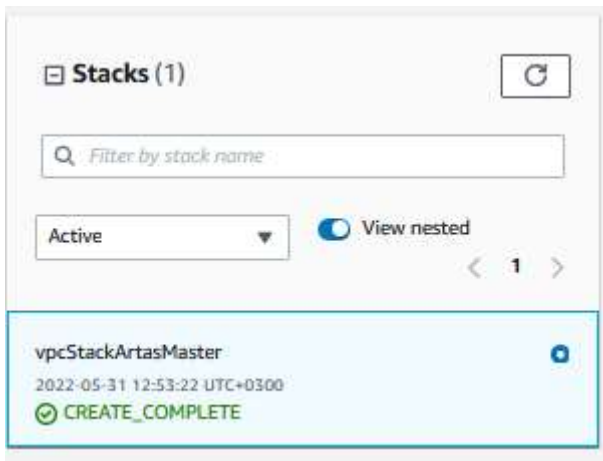
Στο επόμενο βήμα θα δώσουμε ένα αναγνωριστικό όνομα του VPC μας, στο παράδειγμα μας δώσαμε «vpcStackArtasMaster», έπειτα θα ζητήσουμε να τρέξει το αρχείο και να δημιουργηθεί έτσι με ασφάλεια όλος ο σχεδιασμός μας. Οι εργασίες που γίνονται κατά την εκτέλεση του σεναρίου θα μπορούσαν να γίνουν και ξεχωριστά η κάθε μια από την κονσόλα της πλατφόρμας, πράγμα πολύ πιο δύσκολο και με πολλές πιθανότητες να γίνουν κάποια λάθη ή να υπάρξουν παραλήψεις. Η δημιουργία των σεναρίων μας προστατεύει σε μεγάλο βαθμό από αυτού του είδους τα προβλήματα.

Το σύνολο των υπηρεσιών που δημιουργούνται σε αυτό το στάδιο είναι πάρα πολλές, ουσιαστικά μπορούμε να καταλάβουμε το μέγεθος αν φανταστούμε ότι ένα VPC αντιστοιχεί σε ένα on premise datacenter που είναι συνδεδεμένο στο διαδίκτυο. Δηλαδή θα πρέπει να εγκατασταθούν και να παραμετροποιηθούν όλες οι υπηρεσίες που έχει ένα datacenter. Η λίστα όλων των υπηρεσιών που θα εγκατασταθούν φαίνονται παρακάτω. Αν από την κονσόλα της πλατφόρμας πάμε στην υπηρεσία CloudFormation και επιλέξουμε Resources θα πάρουμε την παρακάτω εικόνα. Ουσιαστικά μπορούμε να διακρίνουμε τις υπηρεσίες που δημιουργούνται και σε ποιο στάδιο βρίσκονται, όπως στην εικόνα 5-18.

Resources (22)						
<input type="text" value="Search resources"/>						
Logical ID ▲	Physical ID ▼	Type ▼	Status ▼	Status reason ▼	Module	
ElasticIP0	<a href="#">52.49.24.74</a>	AWS::EC2::EIP	CREATE_COMPLETE	-	-	
GatewayToInternet	vpcSt-Gatew-JSSQB90IVCVH	AWS::EC2::VPCGatewayAttachment	CREATE_COMPLETE	-	-	
InboundHTTPPublicNetworkAclEntry	vpcSta-Inbou-YaRqMJEP9xGE	AWS::EC2::NetworkAclEntry	CREATE_COMPLETE	-	-	
InternetGateway	<a href="#">igw-0e57bcf2c191c10fc</a>	AWS::EC2::InternetGateway	CREATE_COMPLETE	-	-	
NATGateway0	nat-003f82f4a3f2947cd	AWS::EC2::NatGateway	CREATE_IN_PROGRESS	Resource creation Initiated	-	
OutboundPublicNetworkAclEntry	vpcSta-Outbo-1qXulQXWYVaF	AWS::EC2::NetworkAclEntry	CREATE_COMPLETE	-	-	
PrivateRouteTable0	rtb-03d1fc35559fe79a0	AWS::EC2::RouteTable	CREATE_COMPLETE	-	-	
PrivateRouteTable1	rtb-02dcbb98e436bedb8	AWS::EC2::RouteTable	CREATE_COMPLETE	-	-	
PrivateSubnet0	<a href="#">subnet-0cc59c1cb0acd9ec1</a>	AWS::EC2::Subnet	CREATE_COMPLETE	-	-	
PrivateSubnet1	<a href="#">subnet-0dcf26f8a56aed929</a>	AWS::EC2::Subnet	CREATE_COMPLETE	-	-	
PrivateSubnetRouteTableAssociation0	rtbassoc-055caf9f3c15b8cab	AWS::EC2::SubnetRouteTableAssociation	CREATE_COMPLETE	-	-	
PrivateSubnetRouteTableAssociation1	rtbassoc-0526f3aed5cf44a09	AWS::EC2::SubnetRouteTableAssociation	CREATE_COMPLETE	-	-	
PublicNetworkAcl	<a href="#">acl-042cd1daa1231c129</a>	AWS::EC2::NetworkAcl	CREATE_COMPLETE	-	-	
PublicRoute	vpcSt-Publi-1MOZAERVXKVUI	AWS::EC2::Route	CREATE_COMPLETE	-	-	
PublicRouteTable	rtb-0a46e94a34aba9f12	AWS::EC2::RouteTable	CREATE_COMPLETE	-	-	

Εικόνα 5-18 Κατάσταση δημιουργίας των επι μέρους υπηρεσιών που θα έχει το VPC.

Όταν ολοκληρωθεί η διαδικασία θα δούμε το status του stack ως CREATE\_COMPLETE, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα 5-19.



Εικόνα 5-19 Κατάσταση του πρώτου Stack δημιουργίας VPC.

Αφού ολοκληρωθεί το πρώτο stack και έχει δημιουργηθεί η δικτυακή υποδομή που περιλαμβάνει τις παρακάτω υπηρεσίες, εικόνα 5-20. Μπορούμε να παρατηρήσουμε την δημιουργία δημόσιων και ιδιωτικών υποδικτύων, δημιουργία Routing Tables, δημιουργία Access Lists, δημιουργία ElasticIPs, Internet Gateways, NATGateway και γενικά όλες οι απαραίτητες υπηρεσίες που πρέπει να τρέξουν για να λειτουργήσει το VPC μας σωστά.

ElasticIP0  
GatewayToInternet  
InboundHTTPPublicNetworkAclEntry  
InternetGateway  
NATGateway0  
OutboundPublicNetworkAclEntry  
PrivateRouteTable0  
PrivateRouteTable1  
PrivateRouteToInternet0  
PrivateRouteToInternet1  
PrivateSubnet0  
PrivateSubnet1  
PrivateSubnetRouteTableAssociation0



PrivateSubnetRouteTableAssociation1  
PublicNetworkAcl  
PublicRoute  
PublicRouteTable  
PublicSubnet0  
PublicSubnet1  
PublicSubnetNetworkAclAssociation0  
PublicSubnetNetworkAclAssociation1  
PublicSubnetRouteTableAssociation0  
PublicSubnetRouteTableAssociation1  
VPC

Εικόνα 5-20 Το σύνολο των υπηρεσιών που δημιουργήθηκαν

### 5.3.9.2 Εκτέλεση του Simple Active Directory stack

Πηγαίνουμε ξανά στην υπηρεσία CloudFormation>Stacks>Create stack>With new resources(standard), επιλέγουμε το yaml αρχείο για τη δημιουργία του ActiveDirectory, εικόνα 5-21.

**Create stack**

**Prerequisite - Prepare template**

Prepare template  
Every stack is based on a template. A template is a JSON or YAML file that contains configuration information about the AWS resources you want to include in the stack.

Template is ready  Use a sample template  Create template in Designer

**Specify template**  
A template is a JSON or YAML file that describes your stack's resources and properties.

Template source  
Selecting a template generates an Amazon S3 URL where it will be stored.

Amazon S3 URL  Upload a template file

Upload a template file  
Choose file [📎] SimpleAD2.yaml  
JSON or YAML formatted file

S3 URL: https://s3-eu-west-1.amazonaws.com/cf-templates-22i8c35r15bk-eu-west-1/202215166t-SimpleAD2.yaml

Εικόνα 5-21 Εκτέλεση δημιουργίας του ActiveDirectory

Στο επόμενο βήμα θα δώσουμε όνομα στο stack μας (simpleADStackArtasMaster), έπειτα θα πρέπει να επιλέξουμε το VPC και τα private subnets μέσα στα οποία θα δημιουργηθεί το Active Directory που φτιάχνουμε, εικόνα 5-22.

The screenshot shows the configuration interface for an Active Directory stack. It includes the following fields and options:

- PrivateSubnet1:** Subnet to be used for the Directory. Selected: `subnet-0cc59c1cb0acd9ec1`.
- PrivateSubnet2:** Subnet to be used for the Directory. Selected: `subnet-0dcf26f8a56aed929`.
- SimpleADPW:** Domain admin Password. Masked with dots.
- SimpleADShortName:** Netbios name of the domain for this directory. Value: `corp`.
- VPC Selection:** A search bar and a list of VPCs. The selected VPC is `vpc-0122d1cdd6e622cb8 (VPC Stack for Lab Artas Master)`. Other VPCs include `vpc-01c488a674e1aecfe (172.31.0.0/16)` and `vpc-0bad463362fb040b7 (10.0.0.0/16) (SchoolEnvProject-vpc)`.
- Bottom Search Bar:** Contains the text `vpc-0122d1cdd6e622cb8`.

Εικόνα 5-22 Επιλογή VPC και subnet στο οποίο θα γίνει η σύνδεση του ActiveDirectory μας.

Με την ολοκλήρωση και του προηγούμενου βήματος έχουμε έτοιμο και το δεύτερο stack που δημιουργήθηκε το Active Directory.

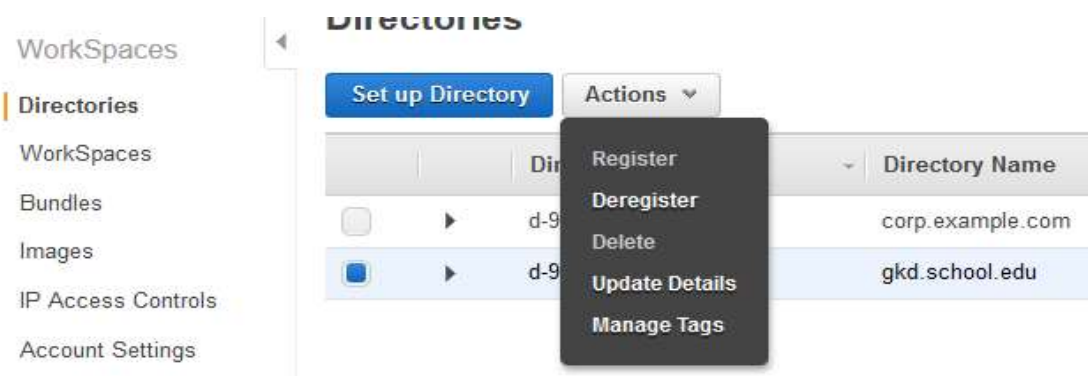
Στη συνέχεια θα δημιουργήσουμε τους χρήστες-μαθητές με τα user names που θα τους μοιραστούν για να μπουν στο ξεχωριστό workspace τους ο κάθε ένας, οι χρήστες αυτοί θα προστεθούν στο Directory: `gkd.school.edu`. Οπότε πάμε `WorkSpaces> Launch WorkSpaces> Select Directory(Εμείς επιλέγουμε το gkd.school.edu)> Next Step> Identify Users`. Στο σημείο αυτό θα γράψουμε τα στοιχεία του κάθε χρήστη όπως Username, First Name, Last Name, Email. Εμείς στο παράδειγμα μας έχουμε βάλει 10 χρήστες για τους μαθητές (`student1-10`, `TestStudent1-10`, `ArtasMaster` `gkoubaroulis@gmail.com`) και ένα χρήστη teacher για το διδάσκοντα, όλα με το ίδιο email, εικόνα 5-23. Κανονικά αν ξέραμε τα πραγματικά στοιχεία των μαθητών μας θα μπορούμε να τα χρησιμοποιήσουμε για να έρθει στον κάθε χρήστη χωριστά το δικό του email. Το email που θα βάλουμε εδώ θα πρέπει να είναι σωστό και ενεργό διότι σε αυτό θα έρθουν, από την πλατφόρμα, τα στοιχεία ενεργοποίηση του workspace.

11 WorkSpaces ( 20 users can be selected at a time )

	Username	Name	Email
✖	gkd.school.edu\student1	TestStudent1 ArtasMaster	gkoubaroulis@gmail.com
✖	gkd.school.edu\student2	TestStudent2 ArtasMaster	gkoubaroulis@gmail.com
✖	gkd.school.edu\student3	TestStudent3 ArtasMaster	gkoubaroulis@gmail.com
✖	gkd.school.edu\student4	TestStudent4 ArtasMaster	gkoubaroulis@gmail.com
✖	gkd.school.edu\student5	TestStudent5 ArtasMaster	gkoubaroulis@gmail.com
✖	gkd.school.edu\student6	TestStudent6 ArtasMaster	gkoubaroulis@gmail.com
✖	gkd.school.edu\student7	TestStudent7 ArtasMaster	gkoubaroulis@gmail.com
✖	gkd.school.edu\student8	TestStudent8 ArtasMaster	gkoubaroulis@gmail.com
✖	gkd.school.edu\student9	TestStudent9 ArtasMaster	gkoubaroulis@gmail.com
✖	gkd.school.edu\student10	TestStudent10 ArtasMaster	gkoubaroulis@gmail.com
✖	gkd.school.edu\teacher	TestTeacher ArtasMaster	gkoubaroulis@gmail.com

Εικόνα 5-23 Δημιουργία των χρηστών που θα έχουμε στο εργαστήριο, student1..10

Αφού δημιουργήσαμε τους χρήστες θα πάμε να επιλέξουμε από ποιες συσκευές θέλουμε να μπορεί κάποιος χρήστης να κάνει σύνδεση, δηλαδή αν θα είναι windows, macOS, Android/ChromeOS, Web Access, iOS, Linux, εικόνα 5-25. Για να το ενεργοποιήσουμε αυτό θα πάμε στην υπηρεσία WorkSpaces>Directory>Επιλέγουμε gkd.school.edu>Actions>Update Details>Access Control Options και κάνουμε τις επιλογές των πλατφορμών που επιθυμούμε να χρησιμοποιηθούν, εικόνα 5-24.



Εικόνα 5-24 Επιλέγουμε Update Details για να επιλέξουμε τους τρόπους σύνδεσης των χρηστών στην πλατφόρμα.

## Access Control Options

### Windows, macOS, and Android/ChromeOS

Before restricting WorkSpaces access to trusted devices, confirm that client certificates are deployed to all of your trusted devices. Then import the matching root certificates here. WorkSpaces supports up to two root certificates.

For each device type, specify which devices can access WorkSpaces:

Windows	<input type="button" value="Allow all"/>
macOS	<input type="button" value="Allow all"/>
Android/ChromeOS	<input type="button" value="Allow all"/>

#### Root Certificate 1

Import a Base64-encoded certificate in CRT/CER/PEM format.

#### Root Certificate 2

Import a Base64-encoded certificate in CRT/CER/PEM format.

### Other Platforms

Allow  Block

To control device access to WorkSpaces, select only the device types that you want to allow. To block all of these device types from accessing WorkSpaces, choose **Block**.

- Web Access
- iOS
- ChromeOS (using legacy client application)
- Zero Clients
- Linux

Εικόνα 5-25 Δίνουμε δυνατότητα σύνδεσης από όλα τα είδη συσκευών (Web, iOS, Zero clients, Linux Windows MacOS, κ.α)

### 5.3.9.3 Εκτέλεση του lambda stuck

Στη συνέχεια δημιουργούμε το επόμενο μας stack και το ονομάζουμε lambdaArtasMaster.

Πηγαίνουμε ξανά στην υπηρεσία CloudFormation>Stacks>Create stack>With new resources(standard). Επιλέγουμε το yaml αρχείο από τον υπολογιστή μας και του ζητάμε να δημιουργήσει το stack.

Με την ολοκλήρωση του stack έχουμε την παρακάτω εικόνα 5-26.

Logical ID	Physical ID	Type	Status
rTransform	Replication-Macro	AWS::CloudFormation::Macro	CREATE_COMPLETE
rTransformExecutionRole	lambdaArtasMaster-rTransformExecutionRole-F7H0CVQENN7A	AWS::IAM::Role	CREATE_COMPLETE
rTransformFunction	replication-macro	AWS::Lambda::Function	CREATE_COMPLETE
rTransformFunctionPermissions	lambdaArtasMaster-rTransformFunctionPermissions-LHEJKYEUNMTI	AWS::Lambda::Permission	CREATE_COMPLETE

Εικόνα 5-26 Φαίνεται η κατάσταση των τριών stacks

### 5.3.9.4 Δημιουργία του WorkSpaces stack

Τελευταίο θα φορτώσουμε το Stack όπου θα δημιουργήσουμε τα workspaces συνολικά ένα για κάθε χρήστη. Αυτά τα WorkSpaces θα πάρουν τους παραμέτρους του VPC που φτιάξαμε αρχικά.

Πηγαίνουμε στην υπηρεσία CloudFormation>Stacks>Create stack>With new resources(standard), επιλέγουμε το αρχείο των workspaces που έχουμε δημιουργήσει. Στο επόμενο βήμα θα πρέπει να δώσουμε ένα όνομα στο stack και κάποιες σημαντικές παραμέτρους. Θα πρέπει να δώσουμε τα ονόματα των χρηστών που φτιάξαμε και να τα προσθέσουμε όλα με διαχωριστικό κόμμα, εικόνα 5-27. Θα δώσουμε το ID του Bundle που είχαμε φτιάξει σε προηγούμενο βήμα και θα βάλουμε το ID του Directory όπως φαίνονται στην παρακάτω εικόνα.

### Specify stack details

**Stack name**

Stack name

Stack name can include letters (A-Z and a-z), numbers (0-9), and dashes (-).

**Parameters**

Parameters are defined in your template and allow you to input custom values when you create or update a stack.

**Uenames of users already created in simpleAD**  
Comma separated usernames - Ex: user1, user2

**WorkSpace Bundle**  
Select the bundle that should be deployed

**WorkSpace Directory**  
Enter the Directory ID for the WorkSpaces

Εικόνα 5-27 Εισάγουμε τα ονόματα των χρηστών που θα έχουν πρόσβαση στην πλατφόρμα.

Αφού βάλουμε σωστά τα παραπάνω στοιχεία προχωράμε για να δημιουργήσουμε και αυτό το stack, εικόνα 5-28.

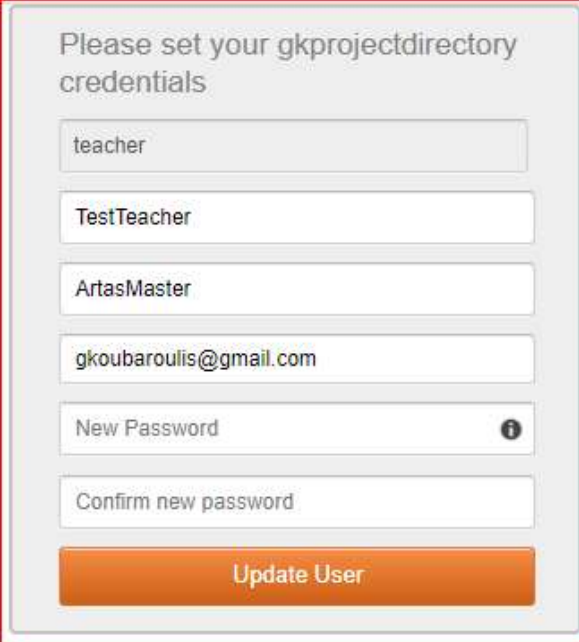
<input type="checkbox"/>	WorkSpace ID	Username	Compute	Root Volume	User Volume	Running Mode	Status
<input type="checkbox"/>	ws-jrrwjtgy	student7	Information unavailable	Information unavailable	Information unavailable	AutoStop	PENDING
<input type="checkbox"/>	ws-wkcg19g7x	student6	Information unavailable	Information unavailable	Information unavailable	AutoStop	PENDING
<input type="checkbox"/>	ws-jfc9zdlfh	student1	Information unavailable	Information unavailable	Information unavailable	AutoStop	PENDING
<input type="checkbox"/>	ws-11cpr72ls	student10	Information unavailable	Information unavailable	Information unavailable	AutoStop	PENDING
<input type="checkbox"/>	ws-95l8dncd8	student8	Information unavailable	Information unavailable	Information unavailable	AutoStop	PENDING
<input type="checkbox"/>	ws-9fkznt6f	teacher	Information unavailable	Information unavailable	Information unavailable	AutoStop	PENDING
<input type="checkbox"/>	ws-bb3rcsby6	student3	Information unavailable	Information unavailable	Information unavailable	AutoStop	PENDING
<input type="checkbox"/>	ws-wgym31wb	student4	Information unavailable	Information unavailable	Information unavailable	AutoStop	PENDING
<input type="checkbox"/>	ws-fwfpbv6ml	student9	Information unavailable	Information unavailable	Information unavailable	AutoStop	PENDING
<input type="checkbox"/>	ws-jpc19k58y	student2	Information unavailable	Information unavailable	Information unavailable	AutoStop	PENDING

Εικόνα 5-28 Κατάσταση δημιουργίας των WorkSpaces

Όταν ολοκληρωθεί και αυτό το stack, ο κάθε χρήστης παραλαμβάνει ένα email στο προσωπικό του inbox με πληροφορίες σύνδεσης στο workspace της amazon από την προσωπική τους συσκευή.

### 5.3.10 Σύνδεση μαθητών στην πλατφόρμα

Οι μαθητές θα έχουν παραλάβει ένα email όπως αυτό στην εικόνα 5-10. Κάνοντας click στον link του email θα μας ανοίξει ο φυλλομετρητής του συστήματος σε σελίδα της πλατφόρμας για να ορίσουμε κωδικό πρόσβασης χρήστη, εικόνα 5-29. Αυτό γίνεται μόνο την πρώτη φορά που επιλέγουμε το παραπάνω link.



The screenshot shows a web form titled "Please set your gkprojectdirectory credentials". It contains several input fields: a text field with "teacher", a text field with "TestTeacher", a text field with "ArtasMaster", an email field with "gkoubaroulis@gmail.com", a "New Password" field with an information icon, and a "Confirm new password" field. At the bottom is an orange "Update User" button.

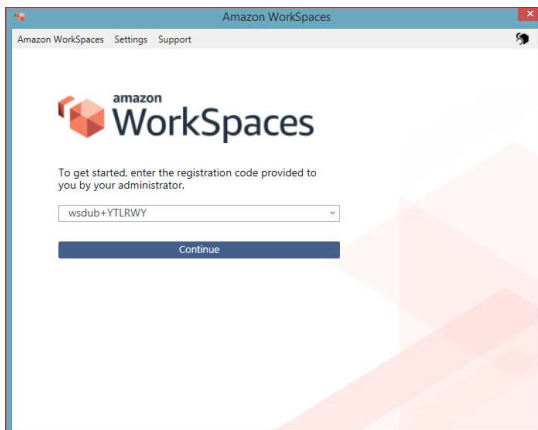
Εικόνα 5-29 Ορίζουμε κωδικό πρόσβασης του χρήστη.

Ορίζοντας κωδικό χρήστη, με τις απαραίτητες απαιτήσεις (τουλάχιστον 8 χαρακτήρες, σύμβολα, κεφαλαίο και αριθμό) κάνουμε ενημέρωση δεδομένων χρήστη και είμαστε έτοιμοι να προχωρήσουμε. Τώρα θα πρέπει να επιλέξουμε, ανάλογα τη συσκευή μας, την client εφαρμογής που θα χρησιμοποιήσουμε για να συνδεθούμε στο workspace που αντιστοιχεί στο όνομα χρήστη μας, εικόνα 5-30.



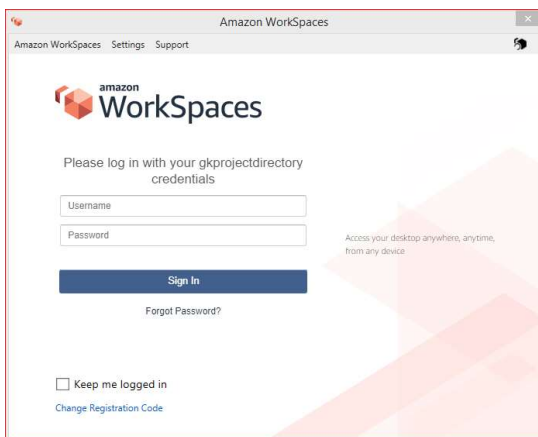
Εικόνα 5-30 Επιλέγουμε να κατεβάσουμε το πρόγραμμα της συσκευής που θα χρησιμοποιήσουμε

Αφού κατεβάσουμε τον client και τον τρέξουμε θα μας ζητήσει το registration code (π.χ. wsdub+YTLRWY) που μας ήρθε στο email ενεργοποίησης. Εισάγουμε αυτό τον κωδικό στο κατάλληλο πλαίσιο και επιλέγουμε να συνεχίσουμε, εικόνα 5-31. Βάση αυτού του κωδικού γίνεται η αντιστοίχιση του WorkSpaces μας με το Directory όπου έχουμε δημιουργήσει στον πλατφόρμα. Τα WorkSpaces που έχουν δημιουργηθεί στο ίδιο Directory έχουν τον ίδιο registration code.



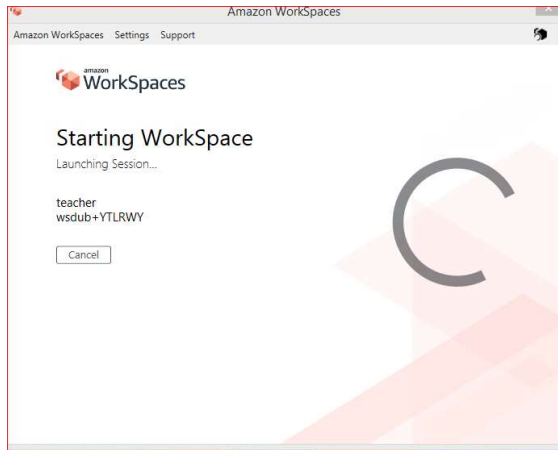
Εικόνα 5-31 Εισάγουμε το registration code του Workspace που δημιουργήσαμε

Αν όλα πήγαν καλά και προχωρήσαμε ο client θα μας ζητήσει να δώσουμε το Username & Password για να εκκινήσουμε το Workspace, εικόνα 5-32.



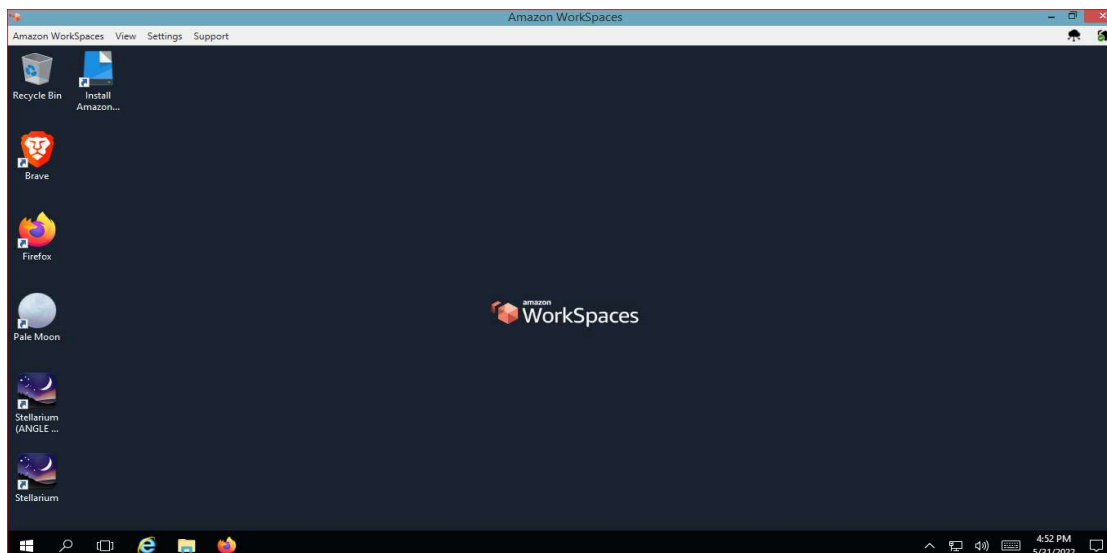
Εικόνα 5-32 Εισάγουμε το user name και το password για να συνδεθούμε

Βάζουμε τα στοιχεία μας και κάνουμε Sign in για να γίνει η εκκίνηση, εικόνα 5-33.



Εικόνα 5-33 Διαδικασία εισόδου

Όταν ολοκληρωθεί η εκκίνηση του WorkSpace μπαίνουμε σε περιβάλλον με λειτουργικό σύστημα Windows 10, εικόνα 5-34. Είναι το λειτουργικό που δημιουργήσαμε στο υπόδειγμα WorkSpace το οποίο πήραμε image και το μοιράσαμε σε όλους μας τους χρήστες.



Εικόνα 5-34 Επιφάνεια εργασίας του WorkSpace που έχει ο χρήστης στη τελική μορφή.

Παρακάτω στην εικόνα 5-35 φαίνονται βασικές λεπτομέρειες σχετικές με το υλικό και λογισμικό του συστήματος μας. Όπως μπορούμε να παρατηρήσουμε τα χαρακτηριστικά του μηχανήματος που ξεκινήσαμε αυτή τη στιγμή είναι ένα διπύρηνιο μηχάνημα με Windows 64bit Λειτουργικό σύστημα, 4 GB μνήμη, συνδεδεμένο στο gkd.school.edu domain, είναι το δοκιμαστικό domain που δημιουργήσαμε για το σύστημά μας.



View basic information about your computer	
Windows edition	
Windows Server 2016 Datacenter	
© 2016 Microsoft Corporation. All rights reserved.	
System	
Processor:	Intel(R) Xeon(R) Platinum 8259CL CPU @ 2.50GHz 2.50 GHz
Installed memory (RAM):	4.00 GB
System type:	64-bit Operating System, x64-based processor
Pen and Touch:	Touch Support with 20 Touch Points
Computer name, domain, and workgroup settings	
Computer name:	WSAMZN-KDKNQMK0
Full computer name:	WSAMZN-KDKNQMK0.gkd.school.edu
Computer description:	
Domain:	gkd.school.edu
Windows activation	
Windows is activated <a href="#">Read the Microsoft Software License Terms</a>	
Product ID: 00376-40000-00000-AA753	

Εικόνα 5-35 Βασικές λεπτομέρειες συστατικών του μηχανήματος μας

## 5.4 Δοκιμή συστήματος

### 5.4.1 Οργάνωση δοκιμής

Όπως έχει προαναφερθεί, το προτεινόμενο σύστημα αφού σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε, θα περνούσε και στη φάση δοκιμής.

Προκειμένου να διερευνηθεί ο αντίκτυπος και η λειτουργικότητα της πλατφόρμας με τον χρήστη, βασιζόμαστε σε παρατηρήσεις που σχετίζονται με την αντίληψη και τη συμπεριφορά των χρηστών κατά τη χρήση του συστήματος. Οι συλλογή των δεδομένων /παρατηρήσεων γίνεται μέσω ερωτηματολογίου που περιέχει ένα σύνολο ερωτήσεων και αποσκοπεί στην ατομική αξιολόγηση της προτεινόμενης λύσης από τους χρήστες ως προς την επιτυχία και την ωφέλεια του συστήματος. Για το σκοπό αυτό ζητήθηκε από μια δοκιμαστική, τυχαία επιλεγμένη ομάδα 10 ατόμων, να χρησιμοποιήσουν και στη συνέχεια να αξιολογήσουν το σύστημα.

Τα άτομα, ηλικίας 18 έως 22 ετών ήταν προπτυχιακοί φοιτητές και φοιτήτριες του Τμήματος Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, και η δοκιμή έγινε στα εργαστήρια του Τμήματος. Από τα 10 άτομα ζητήθηκε να χρησιμοποιήσουν την υποδομή για την διεξαγωγή μιας εργαστηριακής άσκησης του μαθήματος Δίκτυα Υπολογιστών χρησιμοποιώντας το λογισμικό Packet Tracer.

Κάτω από αυτές τις συνθήκες μου δόθηκε η ευκαιρία να βρεθώ μπροστά σε ένα σύνολο φοιτητών, πολύ σχετικών με το αντικείμενο της πληροφορικής, και να παρουσιάσω το προτεινόμενο σύστημα. Πριν ξεκινήσουμε έγινε μία εισαγωγική αναφορά σχετική με την τεχνολογία του Υπολογιστικού Νέφους, τι είναι, πώς είναι δομημένη, ποια είναι τα οφέλη που μπορεί κάποιος να αποκομίσει από αυτή και τέλος ποιο είναι το προτεινόμενο σύστημα της εργασίας μου. Περιεγράφηκαν τα βήματα που χρειάζονται να γίνουν στη φάση της δημιουργίας του εργαστηρίου και τα βήματα που χρειάζονται να γίνουν κατά την εκκίνηση από τους συμμετέχοντες.

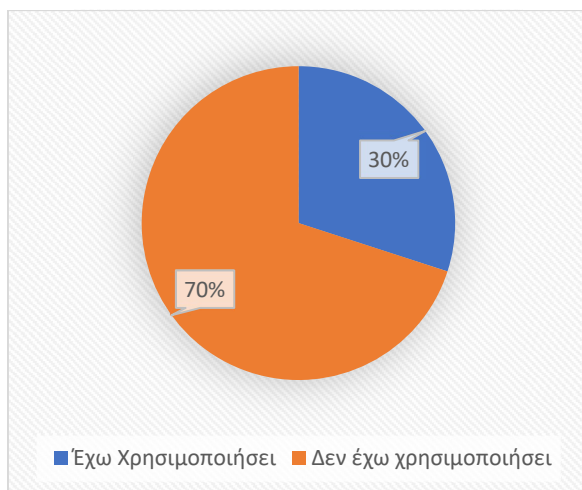
Αφού ολοκληρώθηκε η εισαγωγική παρουσίαση οι συμμετέχοντες ακολούθησαν τα βήματα, που τους είχαν περιγραφεί, και κατάφεραν με σχετική ευκολία να βρεθούν στο κατάλληλο εργασιακό περιβάλλον προκειμένου να υλοποιήσουν την εργασία που τους είχε ανατεθεί από την καθηγήτρια τους.

Η υλοποίηση της εργασίας από τους φοιτητές στο προτεινόμενο σύστημα κύλισε χωρίς κανένα πρόβλημα. Στο τέλος του μαθήματος, αφού είχαν ολοκληρώσει την άσκηση, έγινε συζήτηση με τους συμμετέχοντες προκειμένου να αντληθούν κάποια στοιχεία για την εμπειρία χρήσης του συστήματος. Επίσης τους μοιράστηκε και ένα ερωτηματολόγιο για να αξιολογήσουν το προτεινόμενο σύστημα.

## 5.5 Αξιολόγηση

Το ερωτηματολόγιο στο οποίο βασίστηκε η αξιολόγηση περιλάμβανε συνολικά 17 ερωτήσεις, που οι φοιτητές κλήθηκαν να απαντήσουν ανώνυμα. Το σύνολο του ερωτηματολογίου παρουσιάζεται στο Παράρτημα Α στο τέλος της εργασίας. Στη συνέχεια θα δοθούν τα αποτελέσματα των σημαντικότερων ερωτήσεων,

1. Στην ερώτηση εάν «είχαν χρησιμοποιήσει στο παρελθόν υπηρεσίες υπολογιστικού νέφους» μόλις το 30% απάντησε θετικά, γράφημα 5-3. Άρα, από αυτή την απάντηση μπορούμε να υποθέσουμε ότι το δείγμα μας ήταν άπειρο σχετικά με την υπηρεσία cloud. Η απάντηση είναι μη αναμενόμενη καθώς θα περίμενε κανείς μεγαλύτερο ποσοστό αυτών να έχει έρθει σε κάποια επαφή με την νέα εξελισσόμενη αυτή τεχνολογία, παρόλα αυτά το ποσοστό ήταν πολύ μικρό. Από αυτό οδηγούμαστε στο συμπέρασμα πως η ανάπτυξη της προτεινόμενης λύσης που βασίζεται στις υπηρεσίες cloud θα πρέπει να είναι εύχρηστη και φιλική στο χρήστη ώστε να μπορεί και το υπολειπόμενο 70% να ανταπεξέλθει στη χρήση του.



Γράφημα 5-3 Έχετε χρησιμοποιήσει στο παρελθόν κάποια υπηρεσία υπολογιστικού νέφους (cloud computing) εκτός του Google Drive;

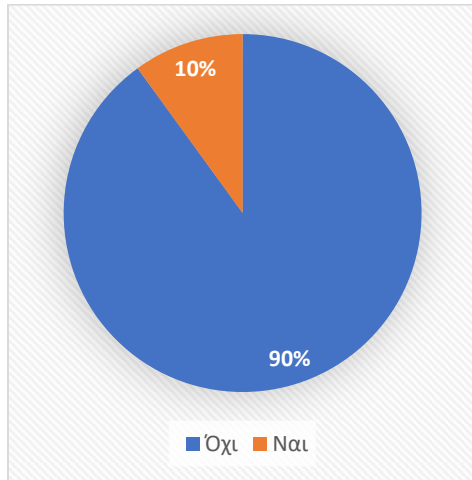
2. Στην συνέχεια απάντησαν στην ερώτηση εάν, κατά την διάρκεια της άσκησης, παρατήρησαν κάποιο πρόβλημα λειτουργικότητας στην εφαρμογή που χρησιμοποίησαν. Οι απαντήσεις ήταν ολοκληρωτικά θετικές, γράφημα 5-4, αφού κανείς δεν παρατήρησε κάποιο πρόβλημα, το ίδιο είχε παρατηρηθεί και κατά την διάρκεια των αρχικών προσπαθειών οι οποίες έγιναν από εμένα στο πρώτο στάδιο.



Γράφημα 5-4 Παρατηρήσατε προβλήματα λειτουργικότητας στην εφαρμογή Packet Tracer που χρησιμοποιήσατε;

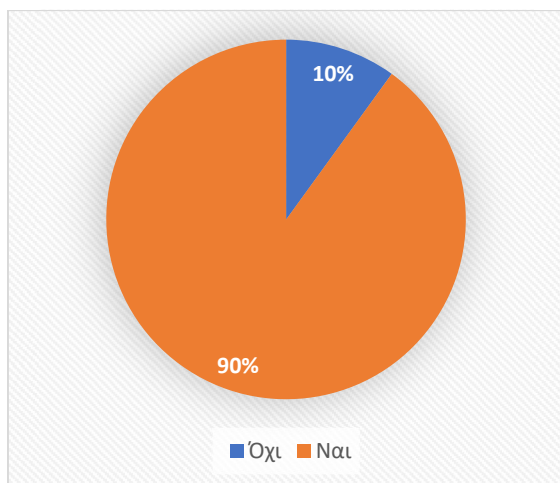
3. Ένα άλλο στοιχείο που ζητήθηκε να καταγράψουν οι συμμετέχοντες είναι αν είχαν κάποια αποσύνδεση από το σύστημα κατά την διάρκεια της δοκιμής. Οι απαντήσεις ήταν κατά 90% θετικές υπέρ του συστήματος ότι δηλαδή δεν είχαν παρατηρήσει κάποια αποσύνδεση, γράφημα 5-5. Το σύστημα σε περίπτωση αποσύνδεσης επανέρχεται σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα στην προηγούμενη του κατάσταση χωρίς ο χρήστης να χάσει εργασία που έχει μέχρι εκείνη την ώρα. Άλλωστε είναι σχεδιασμένο έτσι ώστε να προβλέπει τέτοιου είδους προβλήματα και να τα

αντιμετωπίζει με τον καλύτερο τρόπο και αυτός δεν είναι άλλος από την γρήγορη επανασύνδεση στην προ-διακοπής κατάσταση και χωρίς απώλειες.



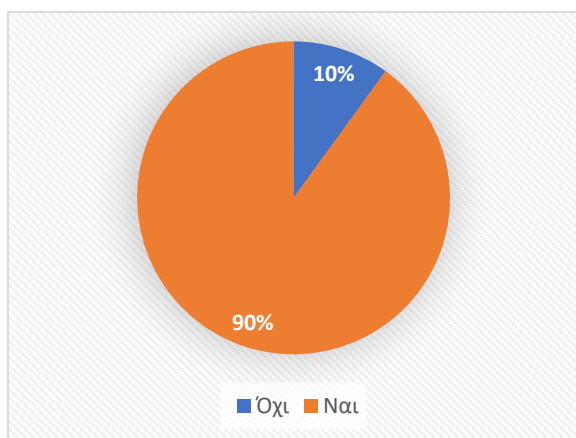
Γράφημα 5-5 Είχατε αποσυνδέσεις του συστήματος κατά τη διάρκεια χρήσης του;

4. Η εκτίμηση του συστήματος σχετικά με την ποιότητα και την ασφάλεια του παρεχόμενου συστήματος ήταν πολύ ικανοποιητική με πολύ λίγες επιφυλάξεις, άλλωστε είναι λογικό να μην κατάφεραν να αντιληφθούν σε βάθος το σύστημα για να εξαλειφθούν όλες οι επιφυλάξεις.
5. Στην ερώτηση αν θα μπορούσε ένα τέτοιο σύστημα να βοηθήσει τους φοιτητές να ανταπεξέλθουν στις απαιτήσεις της σχολής απάντησαν σε πολύ μεγάλο ποσοστό, 8 στους 10, θετικά. Οι φοιτητές της δοκιμής, στο εξάμηνο που βρίσκονται, ξέρουν πολύ καλά ποιες είναι οι απαιτήσεις της σχολής και αυτή ήταν μια πολύ καίρια ερώτηση για τη χρησιμότητα του συστήματος.
6. Καίρια και σχετική με την προηγούμενη ερώτηση ήταν και η επόμενη που ζήτηγε τη γνώμη των φοιτητών εάν θα μπορούσε το σύστημα να βοηθήσει να αποκτηθεί η πραγματική αίσθηση της διδακτικής ενότητας, οι απαντήσεις ήταν θετικές 9 στις 10. Δηλαδή η χρήση του συστήματος δεν εμπόδισε οι φοιτητές να πάρουν το σύνολο της εμπειρίας του προγράμματος που χρησιμοποίησαν, του Packet Tracer.
7. Με βάση αυτή την θετική εμπειρία, στην ερώτηση για το εάν η χρήση του συστήματος έχει υψηλή αξία κατά τη γνώμη τους, οι απαντήσεις ήταν 9 στις 10 θετικές, γράφημα 5-6.



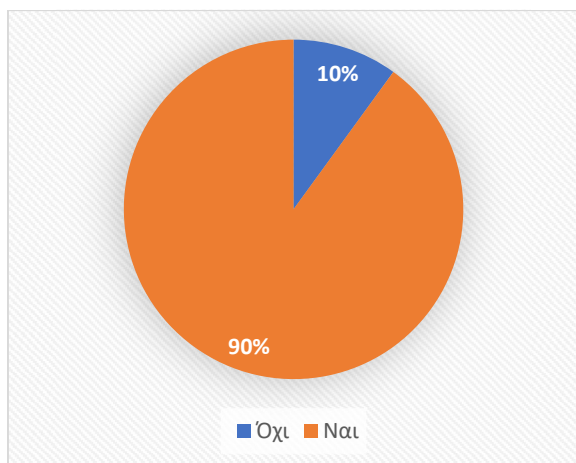
Γράφημα 5-6 Η χρήση του συστήματος έχει υψηλή αξία κατά τη γνώμη μου;

8. Εντυπωσιακό είναι και το ποσοστό, 90%, των συμμετεχόντων που θα τους άρεσε ένα παρόμοιο σύστημα να χρησιμοποιηθεί και για τα άλλα μαθήματα, γράφημα 5-7. Τα πλεονεκτήματα χρήσης του συστήματος, όσα πρόλαβαν να αντιληφθούν, οδήγησαν τους φοιτητές σε αυτή την απόφαση.



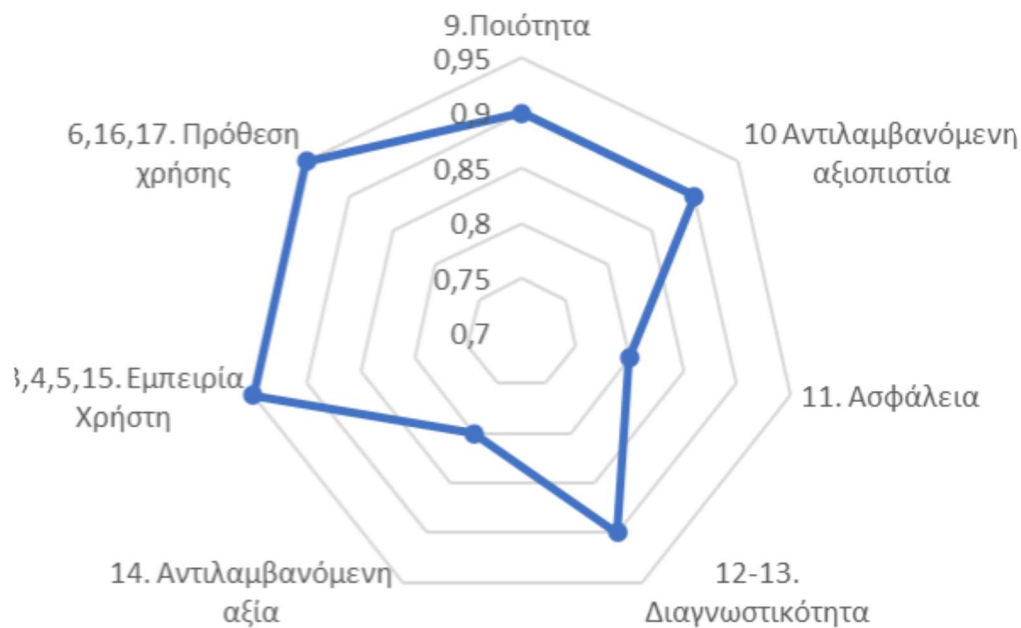
Γράφημα 5-7 Θα σας άρεσε να χρησιμοποιηθεί το σύστημα και σε άλλα μαθήματα;

9. Στην ερώτηση εάν το σύστημα τους προκάλεσε το ενδιαφέρον για χρήση cloud υπηρεσιών στο μέλλον 9 στους 10 απάντησαν θετικά, γράφημα 5-8.



Γράφημα 5-8 Το σύστημα σας έχει προκαλέσει το ενδιαφέρον για χρήση cloud υπηρεσιών στο μέλλον;

Στο παρακάτω διάγραμμα αποτυπώνουμε μια συνολική εικόνα των απαντήσεων που πήραμε από τους συμμετέχοντες. Ομαδοποιήσαμε τις ερωτήσεις με κάποια κριτήρια, όπως φαίνονται στο γράφημα 5-36, έπειτα αναγάγαμε τις απαντήσεις στη κλίμακα 0 έως 1 και τις αποτυπώσαμε στο παρακάτω γράφημα. Όπως μπορούμε να δούμε στα κριτήρια πρόθεσης χρήσης, αν δηλαδή προτίθεται στο μέλλον να χρησιμοποιήσουν παρόμοια συστήματα, και εμπειρία χρήσης, πώς ήταν δηλαδή η εμπειρία τους στη χρήση του συστήματος, οι απόψεις ήταν πάρα πολύ θετικές. Πολύ θετικές ήταν οι απόψεις στο κριτήριο της ποιότητα υπηρεσίας, δηλαδή ποιοτικά η υπηρεσία πόσο τους ικανοποίησε, αλλά και στο κριτήριο αντιλαμβανόμενης αξιοπιστίας και διαγνωστικότητα όπου έπρεπε να αποτυπώσουν το κατά πόσο πιστεύουν ότι το σύστημα αυτό έχει αξία για το μάθημα της δοκιμής, αλλά και για τα άλλα μαθήματά τους της σχολής. Χαμηλότερη αλλά και πάλι υψηλή ήταν η αξιολόγηση του συστήματος σε δυο κριτήρια που είχαν να κάνουν με την αντιλαμβανόμενη αξία και την ασφάλεια. Οι απαντήσεις θεωρούμε ότι είναι απόλυτα λογικές και στα δυο κριτήρια καθώς στο μεν πρώτο οι συμμετέχοντες δεν έχουν εμπειρίες με πλατφόρμες υπολογιστικού νέφους άρα εκφράστηκαν λίγο επιφυλακτικά, ενώ στο δεύτερο εκφράστηκαν διστακτικά αποτυπώνοντας την γενικότερη επιφύλαξη στα συστήματα υπολογιστικού νέφους. Αυτή η επιφύλαξη δόθηκε ως μειονέκτημα στη παράγραφο 2.3.2 όπου οι χρήστες έχουν την αίσθηση ότι χάνουν τον έλεγχο των δεδομένων τους.



Εικόνα 5-36 Συνολική αποτίμηση ερωτήσεων

Η όλη διαδικασία της δοκιμής κύλισε πολύ ευχάριστα, οι συμμετέχοντες ήταν πολύ συνεργάσιμοι με διάθεση προσφοράς και μάθησης, στις συζητήσεις εξέφρασαν διάφορες απορίες σχετικές με τις cloud υπηρεσίες. Απάντησαν το ερωτηματολόγιο με αίσθημα ευθύνης και γι' αυτό θα ήθελα εδώ να τους ευχαριστώ πολύ.

## 6 Συμπεράσματα

Οι στόχοι που τέθηκαν στη παρούσα εργασία ήταν από την αρχή σαφώς καθορισμένοι. Το ερευνητικό ερώτημα που τέθηκε, εάν είναι εφικτή μια μελλοντική μετάβαση των σχολικών εργαστηρίων σε μια δημόσια cloud πλατφόρμα, κατεύθυνε την εργασία προς τον καθορισμένο στόχο.

Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι μια μελλοντική μετάβαση των σχολικών εργαστηρίων σε δημόσιο cloud είναι εφικτή με πολύ καλά αποτελέσματα άλλωστε η δυνατότητα χρήσης εικονικού εργαστηρίου χωρίς περιορισμούς χώρου, χρόνου, συσκευής αποτελεί ένα σημαντικό πλεονέκτημα.

Η δοκιμή που έγινε ήταν στοχευμένη σε ένα σύνολο χρηστών σχετικών με το θέμα της πληροφορικής, ο βασικός λόγος ήταν διότι ήθελα να καταγραφεί η οποιαδήποτε

δυσλειτουργία μπορεί να παρουσιαστεί, πράγμα που θα μπορούσε να γίνει με έμπειρους στη πληροφορική χρήστες. Επίσης το λογισμικό που χρειάστηκε να εγκατασταθεί στις εικονικές μηχανές για να εργαστούν οι φοιτητές (packet tracer) ήταν ένα πρόγραμμα με κάποιες απαιτήσεις, το σκεπτικό ήταν ότι εφόσον το σύστημα ανταποκριθεί σε ένα απαιτητικό πρόγραμμα θα είναι ικανό να ανταπεξέλθει στα ελαφρύτερα εκπαιδευτικά λογισμικά των σχολείων.

Το ομοιογενές περιβάλλον εργασίας που προσφέρεται έδωσε την ευκαιρία για καλύτερη συνεργασία και ανταλλαγή απόψεων. Το εύρος ζώνης του εργαστηρίου δεν ήταν σε καμία περίπτωση εμπόδιο στη λειτουργία του συστήματος, αν και στα σχολικά εργαστήρια το εύρος ζώνης είναι χαμηλότερο, αυτό δεν θα είναι εμπόδιο για τη λειτουργία του συστήματος αφού το σύστημα δεν έχει υψηλές απαιτήσεις.

Στα σχολικά εργαστήρια, χρησιμοποιώντας το προτεινόμενο σύστημα, η εκπαιδευτική υπηρεσία θα αναβαθμιστεί αφού οι δυσλειτουργίες και ανομοιογένειες του παλαιού εξοπλισμού δεν θα υπάρχουν.

Η στάση των ερωτηθέντων για τις υπηρεσίες υπολογιστικού νέφους μετά την δοκιμή του συστήματος ήταν πάρα πολύ θετική και στο σχετικό ερώτημα εάν θα υιοθετούσαν στο μέλλον υπηρεσίες υπολογιστικού νέφους οι αποδοχή ήταν σχεδόν καθολική. Στάση που κατά την γνώμη μου είναι απολύτως δικαιολογημένη.

Το προτεινόμενο σύστημα, θα μπορούσαμε να ισχυριστούμε ότι, εισάγει τους χρήστες του στον προθάλαμο των ερχόμενων τεχνολογικών εξελίξεων. Οι νέοι σήμερα χρήστες θα είναι οι αυριανοί επαγγελματίες που θα πλεονεκτούν κάνοντας χρήση εξελιγμένων υπηρεσιών υπολογιστικού νέφους.

Τέλος θα μπορούσα να πω πως σε λειτουργικό επίπεδο θεωρώ ότι το σύστημα θα λειτουργούσε χωρίς να υπάρχει κάποιο σημαντικό πρόβλημα, αυτό όμως που έχει ενδιαφέρον να αναφερθεί εδώ, ως ένσταση, είναι ο κίνδυνος εξάρτησης μιας κρατικής δομής από κάποια ιδιωτική εταιρία παροχής υπολογιστικού νέφους. Γι' αυτό σαν μια επόμενη εργασία θα μπορούσε να είναι η μελέτη μετάβασης των σχολικών εργαστηρίων σε μια κρατική δομή υπολογιστικού νέφους και η αυτοματοποίηση αυτής της διαδικασίας έτσι ώστε να μπορεί να υιοθετηθεί άμεσα.



## Βιβλιογραφία

- [1] N. Caithness, M. Drescher, και D. Wallom, ‘Can functional characteristics usefully define the cloud computing landscape and is the current reference model correct?’, *J. Cloud Comput.*, τ. 6, τχ. 1, σ 10, Δεκεμβρίου 2017.
- [2] V. S. Varnika, ‘Cloud Computing Advantages and Challenges for Developing Nations’, *Int. J. Sci. Res. Comput. Sci. Eng.*, τ. 6, τχ. 3, 2018.
- [3] J. Varia και S. Mathew, ‘Overview of Amazon Web Services (Survey Report)’, τχ. January, σσ 1–30, 2014.
- [4] S. P. T. Krishnan και J. L. U. Gonzalez, ‘The Google Cloud Platform Difference’, *Build. Your Next Big Thing with Google Cloud Platf.*, τ. 2015, σσ 3–12, 2015.
- [5] A. Rashid και A. Chaturvedi, ‘Cloud Computing Characteristics and Services A Brief Review’, *Int. J. Comput. Sci. Eng.*, τ. 7, τχ. 2, σσ 421–426, 2019.
- [6] G. A. Osorio, C. S. Del Real, C. A. F. Valdez, M. C. Miranda, και A. H. Garay, ‘Effect of inclusion of cactus pear cladodes in diets for growing-finishing lambs in central Mexico’, *Acta Hortic.*, τ. 728, σσ 269–274, 2006.
- [7] Mell Peter και Grance Timothy, ‘The NIST Definition of Cloud Computing’, 2011.
- [8] T. Diaby και B. B. Rad, ‘Cloud Computing: A review of the Concepts and Deployment Models’, *Int. J. Inf. Technol. Comput. Sci.*, τ. 9, τχ. 6, σσ 50–58, 2017.
- [9] Μ. Χαράλαμπος, ‘Το Υπολογιστικό Νέφος Και Το Οικοσύστημα Ανάπτυξης Λογισμικού Αντί Προλόγου - Σκοπός’, Πανεπιστήμιο Πειραιώς, 2012.
- [10] Mohammad Ilyas Malik, S. H. Wani, και A. Rashid, ‘CLOUD COMPUTING-TECHNOLOGIES’, τ. 9, τχ. 2, 2018.
- [11] Ν. Κωνσταντινίδης, ‘« Ανάπτυξη εφαρμογής Cloud Computing - SaaS »’, ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ, 2012.
- [12] P. A. Abdalla και A. Varol, ‘Advantages to disadvantages of cloud computing for small-sized business’, *7th Int. Symp. Digit. Forensics Secur. ISDFS 2019*, τχ. June, σσ 1–6, 2019.
- [13] ANDREJA VELIMIROVIC, ‘Advantages and Disadvantages of Cloud Computing’, *phoenixnap.com*. [Έκδοση σε ψηφιακή μορφή]. Διαθέσιμο στο: <https://phoenixnap.com/blog/advantages-and-disadvantages-of-cloud-computing>. [Ημερομηνία πρόσβασης: 04-Ιουλίου-2022].
- [14] R. Jhunjhunwala, *Managed Services & As a Service Market Insights*. 2022, σ 23.
- [15] Microsoft Corporation, ‘The Carbon Benefits of Cloud Computing: A study on the Microsoft Cloud’, 2020.
- [16] K. Morgan, ‘Saving Energy in Europe by Using Amazon Web Services’, 2021.
- [17] ANDREJA VELIMIROVIC, ‘What is Network Infrastructure Security?’, 28-Οκτωβρίου-2021. [Έκδοση σε ψηφιακή μορφή]. Διαθέσιμο στο: <https://phoenixnap.com/blog/network-infrastructure-security>. [Ημερομηνία πρόσβασης: 04-Ιουλίου-2022].

- [18] AWS, ‘AWS User Engagement Service Level Agreement’, Μαΐου-. [Έκδοση σε ψηφιακή μορφή]. Διαθέσιμο στο: <https://aws.amazon.com/pinpoint/sla/>. [Ημερομηνία πρόσβασης: 04-Ιουλίου-2022].
- [19] Hemant Sharma, ‘Advantages and Disadvantages of Cloud Computing’.
- [20] Raj Bala, Bob Gill, Dennis Smith, David Wright, και Kevin Ji, ‘Gartner Magic Quadrant for Cloud Infrastructure and Platform Services’, *Gartner*, 2020.
- [21] S. Carey, ‘AWS vs Azure vs Google Cloud: What’s the best cloud platform for enterprise? | Computerworld’, *ComputerWorld*. 2020.
- [22] Jignesh Solanki, ‘Cloud Pricing Comparison 2022: AWS vs Azure vs Google Cloud’, *Simform*, 01-Φεβρουαρίου-2021. [Έκδοση σε ψηφιακή μορφή]. Διαθέσιμο στο: <https://www.simform.com/blog/compute-pricing-comparison-aws-azure-googlecloud/>. [Ημερομηνία πρόσβασης: 03-Ιουλίου-2022].
- [23] Yifat Perry, ‘Azure vs AWS Pricing: A Quick Comparison’, *NetApp*, 10-Σεπτεμβρίου-2020. [Έκδοση σε ψηφιακή μορφή]. Διαθέσιμο στο: <https://cloud.netapp.com/blog/azure-vs-aws-pricing-comparing-apples-to-apples-azure-aws-cvo-blg>. [Ημερομηνία πρόσβασης: 03-Ιουλίου-2022].
- [24] ‘Configure Amazon EC2’. [Έκδοση σε ψηφιακή μορφή]. Διαθέσιμο στο: <https://calculator.aws/#/createCalculator/EC2>. [Ημερομηνία πρόσβασης: 03-Ιουλίου-2022].
- [25] ‘Pricing calculator Calculate your estimated hourly or monthly costs for using Azure.’, <https://azure.microsoft.com/>. [Έκδοση σε ψηφιακή μορφή]. Διαθέσιμο στο: <https://azure.microsoft.com/en-gb/pricing/calculator/?cdn=disable>. [Ημερομηνία πρόσβασης: 03-Ιουλίου-2022].
- [26] ‘Google Cloud Pricing Calculator’, <https://cloud.google.com/>. [Έκδοση σε ψηφιακή μορφή]. Διαθέσιμο στο: <https://cloud.google.com/products/calculator/#id=>. [Ημερομηνία πρόσβασης: 03-Ιουλίου-2022].
- [27] C. Technology και R. Westman, ‘Automating a Small-Scale Cloud Environment Automating a Small-Scale Cloud Environment’, 2022.
- [28] N. Nelmiawati, N. C. Kushardianto, A. H. Tohari, Y. P. Hasibuan, και D. E. Kurniawan, ‘Rancang Bangun Lab Komputer Virtual Berbasis Cloud Computing Menggunakan Openstack Pada Jaringan Terpusat’, *J. Appl. INFORMATICS Comput.*, τ. 2, τχ. 1, 2018.
- [29] S. Mayoof, H. Alaswad, S. Aljeshi, A. Tarafa, και W. Elmedany, ‘A hybrid circuits-cloud: Development of a low-cost secure cloud-based collaborative platform for A/D circuits in virtual hardware E-lab’, *Ain Shams Eng. J.*, τ. 12, τχ. 2, 2021.
- [30] V. S. Belesiotis και C. P. Alexopoulos, ‘An Implementation of the Cloud Based School’, *Eur. J. Eng. Res. Sci.*, τχ. CIE, σ 30, Μαρτίου 2018.
- [31] ‘WELCOME TO OKEANOS! This is GRNET’s cloud service, for the Greek Research and Academic Community. With ~okeanos you are one click away from your own Virtual Machines, Networks and Storage.’
- [32] E. Koukis, P. Louridas, και G. Ganeti, ‘~okeanos IaaS’, σσ 1–7, 2012.
- [33] Δ. Διοίκηση, ‘Σύγχρονες Ψηφιακές Τεχνολογίες Εθνικό Δίκτυο Υποδομών Τεχνολογίας και Έρευνας’, σσ 1–12.

- [34] G. Gercek, N. Saleem, και D. J. Stee, ‘Implementing cloud based virtual computer network labs for online education: Experiences from a phased approach’, *Int. J. Online Eng.*, τ. 12, τχ. 3, 2016.
- [35] Felix Richter, ‘Amazon Leads \$180-Billion Cloud Market’, *Statista*, 08-Φεβρουαρίου-2022. [Έκδοση σε ψηφιακή μορφή]. Διαθέσιμο στο: <https://www.statista.com/chart/18819/worldwide-market-share-of-leading-cloud-infrastructure-service-providers/>. [Ημερομηνία πρόσβασης: 13-Ιουλίου-2022].
- [36] AWS, ‘AWS Global Infrastructure’, *AWS*. [Έκδοση σε ψηφιακή μορφή]. Διαθέσιμο στο: <https://aws.amazon.com/about-aws/global-infrastructure/?hp=tile&tile=map>. [Ημερομηνία πρόσβασης: 13-Ιουλίου-2022].
- [37] RedHat, ‘What is Infrastructure as Code (IaC)?’, 11-Μαΐου-2022. [Έκδοση σε ψηφιακή μορφή]. Διαθέσιμο στο: <https://www.redhat.com/en/topics/automation/what-is-infrastructure-as-code-iac>. [Ημερομηνία πρόσβασης: 12-Ιουλίου-2022].
- [38] H. Aydin, ‘A Study of Cloud Computing Adoption in Universities as a Guideline to Cloud Migration’, *SAGE Open*, τ. 11, τχ. 3, 2021.
- [39] ‘Κατάλογος Απαιτούμενων Λογισμικών Γενικής Χρήσης’. Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών & Εκδόσεων, σσ 2–3, 2020.
- [40] Γ. Σιάχος, Α. Γεωργόπουλος, Φ. Τσάμης, Ι. Παπαναγιώτου, Β. Παπακηρύκου, και Δ. Καραϊσκάκης, ‘Το σύννεφο μειώνει την πολυπλοκότητας των ΤΠΕ στα σχολεία; Προβληματισμοί και Προτάσεις’.
- [41] AWS, ‘What is AWS CloudFormation?’ [Έκδοση σε ψηφιακή μορφή]. Διαθέσιμο στο: <https://docs.aws.amazon.com/AWSCloudFormation/latest/UserGuide/Welcome.html>. [Ημερομηνία πρόσβασης: 12-Ιουλίου-2022].

# ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α -Ερωτηματολόγιο



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
**ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ  
 ΚΑΙ ΔΙΚΤΥΩΝ**  
 ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ



## Θέμα Διπλωματικής Εργασίας

«Διερεύνηση δυνατότητας μεγετοποίησης εκπαιδευτικού εργαστηρίου πληροφορικής σε ιδιωτικό περιβάλλον υποδομής υπολογιστικού νέφους με την χρήση εργαλείων "Υποδομής ως Κώδικας" στην AWS (Amazon Web Services)»

**ΚΟΥΜΠΑΡΟΥΛΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ**

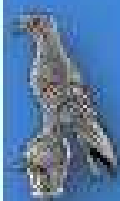
**Α.Μ.Σ.Ι**

## ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΗΣ ΕΜΠΕΙΡΙΑΣ ΤΩΝ ΦΟΙΤΗΤΩΝ ΣΤΗ ΧΡΗΣΗ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟΥ ΝΕΦΟΥΣ.

Αγαπητέ φοιτητή, σε παρακαλούμε να συμπληρώσεις το ερωτηματολόγιο το οποίο θα προσφέρει πληροφορίες για τη χρήση του εργαστηρίου υπολογιστικού νέφους.

Κύκλωσε την προτίμησή σου

1. Έχετε χρησιμοποιήσει στο παρελθόν κάποια υπηρεσία υπολογιστικού νέφους (cloud computing) εκτός του Google Drive;	Έχω χρησιμοποιήσει	Δεν έχω χρησιμοποιήσει	
2. Αν έχετε χρησιμοποιήσει κάποια υπολογιστικού νέφους σε ποια ή ποιες πλατφόρμες ήταν;	Amazon AWS Microsoft Azure Google Cloud IBM Cloud Άλλο:.....		
3. Για το εργαστήριο υπολογιστικού νέφους που χρησιμοποιήσατε πόσο δυσκολευτήκατε να συνδεθείτε;	Καθόλου	Λίγο	Πολύ
4. Παρατηρήσατε προβλήματα λειτουργικότητας στην εφαρμογή Packet Trace που χρησιμοποιήσατε;	Ναι	Όχι	
5. Είχατε αποσυνδέσεις του συστήματος κατά τη διάρκεια χρήσης του;	Ναι	Όχι	
6. Θα υιοθετούσατε την υπηρεσία υπολογιστικού νέφους στην καθημερινή σας χρήση;	Ναι	Όχι	
7. Ποιο ή ποια από τα διπλανά πλεονεκτήματα θεωρείται το περισσότερο σημαντικό της προτεινόμενης εφαρμογής εργαστηρίου υπολογιστικού νέφους.	Χαμηλότερο κόστος Ευελξία χρήσης Ασφαλέστερο περιβάλλον Ταχύτερη απόκριση Ευκολότερη συντήρηση Επεκτασιμότητα		
8. Τι δεν σας άρεσε από το προτεινόμενο σύστημα			



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
**ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ  
 ΚΑΙ ΔΙΚΤΥΩΝ**  
 ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ



### Θέμα Διπλωματικής Εργασίας

«Διερεύνηση δυνατότητας μεταγκατάστασης εκπαιδευτικού εργαστηρίου πληροφορικής σε ιδιωτικό περιβάλλον υποδομής υπολογιστικού νέφους με την χρήση εργαλείων "Υποδομής ως Κωδικός" στην AWS (Amazon Web Services)»

**ΚΟΥΜΠΑΡΟΥΛΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ**

**A.M.S.I**

## ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΗΣ ΕΜΠΕΙΡΙΑΣ ΤΩΝ ΦΟΙΤΗΤΩΝ ΣΤΗ ΧΡΗΣΗ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟΥ ΝΕΦΟΥΣ.

Αγαπητέ φοιτητή, σε παρακαλούμε να συμπληρώσεις το ερωτηματολόγιο το οποίο προσφέρει πληροφορίες για τη χρήση του εργαστηρίου υπολογιστικού νέφους.

Κύκλωσε την προτίμησή σου

9. Παρέχονται πλούσιες και λεπτομερείς πληροφορίες για το σύστημα;	Ναι	Όχι	
10. Πιστεύεται στην ποιότητα και την ασφάλεια της επεξεργασίας που παρέχει το σύστημα;	Ναι	Όχι	
11. Ανταποκρίνεται στην ποιότητα και τα πρότυπα ασφαλείας;	Καθόλου	Λίγο	Πολύ
12. Το σύστημα μπορεί να με βοηθήσει να ανταπεξέλθω στις απαιτήσεις της σχολής;	Ναι	Όχι	
13. Το σύστημα μπορεί να με βοηθήσει να αποκτήσω την πραγματική αίσθηση της διδασκόμενης ενότητας;	Ναι	Όχι	
14. Η χρήση του συστήματος έχει υψηλή αξία κατά τη γνώμη μου;	Ναι	Όχι	
15. Έχετε εμπειρία στη χρήση του υπολογιστικού νέφους;	Ναι	Όχι	
16. Το σύστημα σας έχει προκαλέσει το ενδιαφέρον για χρήση;	Ναι	Όχι	
17. Θα σας άρεσε να χρησιμοποιηθεί το σύστημα και σε άλλα μαθήματα;	Ναι	Όχι	

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β - Κώδικας αρχείων

VPC.yaml

```
AWSTemplateFormatVersion: "2010-09-09"

Description: "Creates a VPC with Managed NAT"
Parameters:
  VPCName:
    Description: The name of the VPC being created.
    Type: String
    Default: "Training Lab VPC"

Mappings:
  SubnetConfig:
    VPC:
      CIDR: "10.0.0.0/16"
    Public0:
      CIDR: "10.0.0.0/24"
    Public1:
      CIDR: "10.0.1.0/24"
    Private0:
      CIDR: "10.0.2.0/24"
    Private1:
      CIDR: "10.0.3.0/24"

# This mapping accounts for the scenario when certain AZs
# are not available to use (this differs on a per account
# per customer basis). E.g., if the 'b' AZ is not available
# in a specific region in one's account then updating the
# list contained in the mapping below here will allow a
# different AZ to be chosen.
AZRegions:
  ap-northeast-1:
    AZs: ["a", "b"]
  ap-northeast-2:
    AZs: ["a", "b"]
  ap-south-1:
    AZs: ["a", "b"]
```

```
ap-southeast-1:
  AZs: ["a", "b"]
ap-southeast-2:
  AZs: ["a", "b"]
ca-central-1:
  AZs: ["a", "b"]
eu-central-1:
  AZs: ["a", "b"]
eu-west-1:
  AZs: ["a", "b"]
eu-west-2:
  AZs: ["a", "b"]
sa-east-1:
  AZs: ["a", "b"]
us-east-1:
  AZs: ["a", "b"]
us-east-2:
  AZs: ["a", "b"]
us-west-1:
  AZs: ["a", "b"]
us-west-2:
  AZs: ["a", "b"]
```

Resources:

VPC:

```
Type: "AWS::EC2::VPC"
Properties:
  EnableDnsSupport: "true"
  EnableDnsHostnames: "true"
  CidrBlock:
    Fn::FindInMap:
      - "SubnetConfig"
      - "VPC"
      - "CIDR"
  Tags:
    -
      Key: "Application"
      Value:
        Ref: "AWS::StackName"
    -
```

```

        Key: "Network"
        Value: "Public"
    -
        Key: "Name"
        Value: !Ref 'VPCName'

PublicSubnet0:
  Type: "AWS::EC2::Subnet"
  Properties:
    VpcId:
      Ref: "VPC"
    AvailabilityZone:
      Fn::Sub:
        - "${AWS::Region}${AZ}"
        - AZ: !Select [ 0, !FindInMap [ "AZRegions", !Ref "AWS::Region", "AZs"
] ]

  CidrBlock:
    Fn::FindInMap:
      - "SubnetConfig"
      - "Public0"
      - "CIDR"

  MapPublicIpOnLaunch: "true"
  Tags:
    -
      Key: "Application"
      Value:
        Ref: "AWS::StackName"
    -
      Key: "Network"
      Value: "Public"
    -
      Key: "Name"
      Value: !Join
        - ''
        - - !Ref "VPCName"
          - '-public-'
          - !Select [ 0, !FindInMap [ "AZRegions", !Ref "AWS::Region", "AZs"
] ]

PublicSubnet1:
  Type: "AWS::EC2::Subnet"
  Properties:

```



```

    VpcId:
      Ref: "VPC"
    AvailabilityZone:
      Fn::Sub:
        - "${AWS::Region}${AZ}"
        - AZ: !Select [ 1, !FindInMap [ "AZRegions", !Ref "AWS::Region", "AZs"
] ]

    CidrBlock:
      Fn::FindInMap:
        - "SubnetConfig"
        - "Public1"
        - "CIDR"
    MapPublicIpOnLaunch: "true"
    Tags:
      -
        Key: "Application"
        Value:
          Ref: "AWS::StackName"
      -
        Key: "Network"
        Value: "Public"
      -
        Key: "Name"
        Value: !Join
          - ''
          - - !Ref "VPCName"
          - '-public-'
          - !Select [ 1, !FindInMap [ "AZRegions", !Ref "AWS::Region", "AZs"
] ]

  PrivateSubnet0:
    Type: "AWS::EC2::Subnet"
    Properties:
      VpcId:
        Ref: "VPC"
      AvailabilityZone:
        Fn::Sub:
          - "${AWS::Region}${AZ}"
          - AZ: !Select [ 0, !FindInMap [ "AZRegions", !Ref "AWS::Region", "AZs"
] ]

      CidrBlock:
        Fn::FindInMap:

```

```

    - "SubnetConfig"
    - "Private0"
    - "CIDR"
  Tags:
    -
      Key: "Application"
      Value:
        Ref: "AWS::StackName"
    -
      Key: "Network"
      Value: "Private"
    -
      Key: "Name"
      Value: !Join
        - ''
        - - !Ref "VPCName"
          - '-private-'
        - !Select [ 0, !FindInMap [ "AZRegions", !Ref "AWS::Region", "AZs"
] ]

PrivateSubnet1:
  Type: "AWS::EC2::Subnet"
  Properties:
    VpcId:
      Ref: "VPC"
    AvailabilityZone:
      Fn::Sub:
        - "${AWS::Region}${AZ}"
        - AZ: !Select [ 1, !FindInMap [ "AZRegions", !Ref "AWS::Region", "AZs"
] ]

CidrBlock:
  Fn::FindInMap:
    - "SubnetConfig"
    - "Private1"
    - "CIDR"
  Tags:
    -
      Key: "Application"
      Value:
        Ref: "AWS::StackName"
    -
      Key: "Network"

```

```

    Value: "Private"
  -
    Key: "Name"
    Value: !Join
      - ''
      - - !Ref "VPCName"
        - '-private-'
        - !Select [ 1, !FindInMap [ "AZRegions", !Ref "AWS::Region", "AZs"
] ]

```

InternetGateway:

Type: "AWS::EC2::InternetGateway"

Properties:

Tags:

```

-
  Key: "Application"
  Value:
    Ref: "AWS::StackName"
-
  Key: "Network"
  Value: "Public"
-
  Key: "Name"
  Value: !Join
    - ''
    - - !Ref "VPCName"
      - '-IGW'

```

GatewayToInternet:

Type: "AWS::EC2::VPCEGatewayAttachment"

Properties:

```

VpcId:
  Ref: "VPC"
InternetGatewayId:
  Ref: "InternetGateway"

```

PublicRouteTable:

Type: "AWS::EC2::RouteTable"

Properties:

```

VpcId:
  Ref: "VPC"

```

```
Tags:
-
  Key: "Application"
  Value:
    Ref: "AWS::StackName"
-
  Key: "Network"
  Value: "Public"
-
  Key: "Name"
  Value: !Join
    - ''
    - - !Ref "VPCName"
      - '-public-route-table'
```

**PublicRoute:**

```
Type: "AWS::EC2::Route"
DependsOn: "GatewayToInternet"
Properties:
  RouteTableId:
    Ref: "PublicRouteTable"
  DestinationCidrBlock: "0.0.0.0/0"
  GatewayId:
    Ref: "InternetGateway"
```

**PublicSubnetRouteTableAssociation0:**

```
Type: "AWS::EC2::SubnetRouteTableAssociation"
Properties:
  SubnetId:
    Ref: "PublicSubnet0"
  RouteTableId:
    Ref: "PublicRouteTable"
```

**PublicSubnetRouteTableAssociation1:**

```
Type: "AWS::EC2::SubnetRouteTableAssociation"
Properties:
  SubnetId:
    Ref: "PublicSubnet1"
  RouteTableId:
    Ref: "PublicRouteTable"
```

```

PublicNetworkAcl:
  Type: "AWS::EC2::NetworkAcl"
  Properties:
    VpcId:
      Ref: "VPC"
    Tags:
      -
        Key: "Application"
        Value:
          Ref: "AWS::StackName"
      -
        Key: "Network"
        Value: "Public"
      -
        Key: "Name"
        Value: !Join
          - ''
          - - !Ref "VPCName"
            - '-public-nacl'

InboundHTTPPublicNetworkAclEntry:
  Type: "AWS::EC2::NetworkAclEntry"
  Properties:
    NetworkAclId:
      Ref: "PublicNetworkAcl"
    RuleNumber: "100"
    Protocol: "-1"
    RuleAction: "allow"
    Egress: "false"
    CidrBlock: "0.0.0.0/0"
    PortRange:
      From: "0"
      To: "65535"

OutboundPublicNetworkAclEntry:
  Type: "AWS::EC2::NetworkAclEntry"
  Properties:
    NetworkAclId:
      Ref: "PublicNetworkAcl"
    RuleNumber: "100"

```

```
Protocol: "-1"
RuleAction: "allow"
Egress: "true"
CidrBlock: "0.0.0.0/0"
PortRange:
  From: "0"
  To: "65535"
```

PublicSubnetNetworkAclAssociation0:

```
Type: "AWS::EC2::SubnetNetworkAclAssociation"
```

Properties:

```
SubnetId:
  Ref: "PublicSubnet0"
NetworkAclId:
  Ref: "PublicNetworkAcl"
```

PublicSubnetNetworkAclAssociation1:

```
Type: "AWS::EC2::SubnetNetworkAclAssociation"
```

Properties:

```
SubnetId:
  Ref: "PublicSubnet1"
NetworkAclId:
  Ref: "PublicNetworkAcl"
```

ElasticIP0:

```
Type: "AWS::EC2::EIP"
```

Properties:

```
Domain: "vpc"
```

# ElasticIP1:

```
# Type: "AWS::EC2::EIP"
```

```
# Properties:
```

```
# Domain: "vpc"
```

NATGateway0:

```
Type: "AWS::EC2::NatGateway"
```

Properties:

```
AllocationId:
  Fn::GetAtt:
    - "ElasticIP0"
    - "AllocationId"
```

```

SubnetId:
  Ref: "PublicSubnet0"

# NATGateway1:
#   Type: "AWS::EC2::NatGateway"
#   Properties:
#     AllocationId:
#       Fn::GetAtt:
#         - "ElasticIP1"
#         - "AllocationId"
#     SubnetId:
#       Ref: "PublicSubnet1"

PrivateRouteTable0:
  Type: "AWS::EC2::RouteTable"
  Properties:
    VpcId:
      Ref: "VPC"
    Tags:
      -
        Key: "Name"
        Value: !Join
          - ''
          - - !Ref "VPCName"
            - '-private-route-table-0'

PrivateRouteTable1:
  Type: "AWS::EC2::RouteTable"
  Properties:
    VpcId:
      Ref: "VPC"
    Tags:
      -
        Key: "Name"
        Value: !Join
          - ''
          - - !Ref "VPCName"
            - '-private-route-table-1'

PrivateRouteToInternet0:
  Type: "AWS::EC2::Route"

```

Properties:

RouteTableId:

Ref: "PrivateRouteTable0"

DestinationCidrBlock: "0.0.0.0/0"

NatGatewayId:

Ref: "NATGateway0"

PrivateRouteToInternet1:

Type: "AWS::EC2::Route"

Properties:

RouteTableId:

Ref: "PrivateRouteTable1"

DestinationCidrBlock: "0.0.0.0/0"

NatGatewayId:

Ref: "NATGateway0"

PrivateSubnetRouteTableAssociation0:

Type: "AWS::EC2::SubnetRouteTableAssociation"

Properties:

SubnetId:

Ref: "PrivateSubnet0"

RouteTableId:

Ref: "PrivateRouteTable0"

PrivateSubnetRouteTableAssociation1:

Type: "AWS::EC2::SubnetRouteTableAssociation"

Properties:

SubnetId:

Ref: "PrivateSubnet1"

RouteTableId:

Ref: "PrivateRouteTable1"

Outputs:

VPCId:

Description: "VPC\_Id"

Value:

Ref: "VPC"

Export:

Name: !Sub "\${AWS::Region}-\${AWS::StackName}-VPC"



```

PublicSubnet0:
  Description: "Public_Subnet_0_Id"
  Value:
    Ref: "PublicSubnet0"
  Export:
    Name: !Sub "${AWS::Region}-${AWS::StackName}-PublicSubnet0"

PublicSubnet1:
  Description: "Public_Subnet_1_Id"
  Value:
    Ref: "PublicSubnet1"
  Export:
    Name: !Sub "${AWS::Region}-${AWS::StackName}-PublicSubnet1"

PrivateSubnet0:
  Description: "Private_Subnet_0_Id"
  Value:
    Ref: "PrivateSubnet0"
  Export:
    Name: !Sub "${AWS::Region}-${AWS::StackName}-PrivateSubnet0"

PrivateSubnet1:
  Description: "Private_Subnet_0_Id"
  Value:
    Ref: "PrivateSubnet1"
  Export:
    Name: !Sub "${AWS::Region}-${AWS::StackName}-PrivateSubnet1"

DefaultSecurityGroup:
  Description: "DefaultSecurityGroup Id"
  Value: !GetAtt VPC.DefaultSecurityGroup
  Export:
    Name: !Sub "${AWS::Region}-${AWS::StackName}-DefaultSecurityGroup"

```

## SimpleAD.yaml

```

Parameters:
  DomainName:
    Description: FQDN of the domain for this directory

```

```
Type: String
Default: corp.example.com
SimpleADShortName:
  Description: Netbios name of the domain for this directory
  Type: String
  Default: corp
EnableSingleSignOn:
  Description: Enable SSO
  Type: String
  AllowedValues:
    - 'true'
    - 'false'
  Default: 'false'
CreateAlias:
  Description: >-
    Only required for applications which need a URL to connect to the
    directory
  Type: String
  AllowedValues:
    - 'true'
    - 'false'
  Default: 'false'
SimpleADPW:
  Description: Domain admin Password
  Type: String
  NoEcho: true
  Default: Pass@w0rd
PrivateSubnet1:
  Description: Subnet to be used for the Directoty
  Type: 'List<AWS::EC2::Subnet::Id>'
PrivateSubnet2:
  Description: Subnet to be used for the Directoty
  Type: 'List<AWS::EC2::Subnet::Id>'
VPCID:
  Description: The VPC the directory will be created in
  Type: 'List<AWS::EC2::VPC::Id>'
Size:
  Description: Size of the Simple AD
  Type: String
  AllowedValues:
    - Small
```

```

    - Large
    Default: Small
Resources:
  SimpleAD:
    Type: 'AWS::DirectoryService::SimpleAD'
    Properties:
      CreateAlias: false
      EnableSso: false
      Name: !Ref DomainName
      Password: !Ref SimpleADPW
      ShortName: !Ref SimpleADShortName
      Size: !Ref Size
      VpcSettings:
        SubnetIds:
          - !Select
            - '0'
            - !Ref PrivateSubnet1
          - !Select
            - '0'
            - !Ref PrivateSubnet2
        VpcId: !Select
          - '0'
          - !Ref VPCID
    Conditions:
      Alias: !Equals
        - !Ref CreateAlias
        - 'true'
    Outputs:
      DirectoryID:
        Description: ID of the SimpleAD
        Value: !Ref SimpleAD
      PrimaryDNS:
        Description: DNS IPs of the SimpleAD
        Value: !Select
          - '0'
          - !GetAtt
            - SimpleAD
            - DnsIpAddresses
      SecondaryDNS:
        Description: DNS IPs of the SimpleAD
        Value: !Select

```

```

- '1'
- !GetAtt
  - SimpleAD
  - DnsIpAddresses
DirectoryAlias:
  Description: URL for the alias
  Value: !GetAtt
    - SimpleAD
    - Alias
  Condition: Alias

```

## Lambda.yaml

```

AWSTemplateFormatVersion: 2010-09-09
Resources:
  rTransformExecutionRole:
    Type: AWS::IAM::Role
    Properties:
      AssumeRolePolicyDocument:
        Version: 2012-10-17
        Statement:
          - Effect: Allow
            Principal:
              Service: [lambda.amazonaws.com]
            Action: ['sts:AssumeRole']
      Path: /
    Policies:
      - PolicyName: root-global
        PolicyDocument:
          Version: 2012-10-17
          Statement:
            - Effect: Allow
              Action:
                - logs:CreateLogGroup
              Resource:
                - !Sub 'arn:aws:logs:*:${AWS::AccountId}:log-
group:/aws/lambda/replication-macro'
            - Effect: Allow
              Action:
                - logs:CreateLogStream
                - logs:PutLogEvents

```

```

Resource:
    - !Sub 'arn:aws:logs:*:${AWS::AccountId}:log-group:*'
rTransformFunction:
  Type: AWS::Lambda::Function
  Properties:
    FunctionName: replication-macro
    Code:
      ZipFile: |
        import boto3
        import copy
        import json
        import logging

        log = logging.getLogger()
        log.setLevel(logging.INFO)

        DEFAULT_KEYWORD = 'ReplicateWith'

        def process_template(event):
            """
            property
            Creates identical resources iteratively with one unique resource
            """
            try:
                fragment = event['fragment']
                final_fragment = copy.deepcopy(fragment)
                parameters = event['templateParameterValues']
                resources = fragment['Resources']
                for resource_name, resource_values in resources.items():
                    current_resource = resources[resource_name]
                    log.info('Current Resource:: ' + str(current_resource))
                    if DEFAULT_KEYWORD in resource_values['Properties']:
                        log.info('Resource_name:: ' + str(resource_name))
                        log.info('Resource_value:: ' + str(resource_values))

                        # Move to a different block
                        for key, value in
resource_values['Properties'][DEFAULT_KEYWORD].items():
                            log.debug('Replicate Key:: ' + key)
                            log.debug('Replicate Value:: ' + value)

                        #Split the comma separated properties

```

```

        resource_properties = parameters[value].split(',')
        log.debug('New Properties:: ' +
str(resource_properties))

        #Pop the DEFAULT_KEYWORD
        resource_values['Properties'].pop(DEFAULT_KEYWORD)
        length_resource_properties = len(resource_properties)
        log.debug('length of properties:: ' +
str(length_resource_properties))

        # Duplicating resources with unique property values
        if length_resource_properties > 0:
            for x in range(0, length_resource_properties):
                final_fragment['Resources'][resource_name +
str(x+1)] = copy.deepcopy(current_resource)
                final_fragment['Resources'][resource_name +
str(x+1)]['Properties'][key] = resource_properties[x].strip()
                final_fragment['Resources'].pop(resource_name)

            return final_fragment
        except Exception as e:
            log.error('Error occurred:: ' + str(e))

def handler(event, context):
    """
    Returns processed template back to CloudFormation
    """
    log.info(json.dumps(event))
    processed_template=process_template(event)
    log.info('Processed template' + json.dumps(processed_template))

    r = {}
    r['requestId'] = event['requestId']
    r['status'] = 'SUCCESS'
    r['fragment'] = processed_template

    return r

Handler: index.handler
Runtime: python3.7
Role: !GetAtt rTransformExecutionRole.Arn
rTransformFunctionPermissions:
Type: AWS::Lambda::Permission

```

```
Properties:
  Action: 'lambda:InvokeFunction'
  FunctionName: !GetAtt rTransformFunction.Arn
  Principal: 'cloudformation.amazonaws.com'
rTransform:
  Type: AWS::CloudFormation::Macro
  Properties:
    Name: 'Replication-Macro'
    Description: Replicates the resources based on parameters provided
    FunctionName: !GetAtt rTransformFunction.Arn
```

Workspace.yaml

```
AWSTemplateFormatVersion: '2010-09-09'
Description: 'Creates workspace when usernames are provided'

Transform:
  - Replication-Macro
Metadata:
  AWS::CloudFormation::Interface:
    ParameterGroups:
      - Label:
          default: ""
        Parameters:
          - usernames
          - Bundle
          - Directory
    ParameterLabels:
      usernames:
        default: "Usernames of users already created in simpleAD"
      Bundle:
        default: "Workspace Bundle"
      Directory:
        default: "Workspace Directory"
Parameters:
  usernames:
    Type: String
    Description: "Comma separated usernames - Ex: user1, user2"
  Bundle:
    Type: String
```

```
    Description: "Select the bundle that should be deployed"
Directory:
  Type: String
  Description: "Enter the Directory ID for the WorkSpaces"
Resources:
  rWorkspace:
    Type: AWS::WorkSpaces::Workspace
    Properties:
      ReplicateWith:
        UserName: usernames
      # RoleArn: !GetAtt rExecutionRole.Arn
      BundleId: !Ref Bundle
      DirectoryId: !Ref Directory
      RootVolumeEncryptionEnabled: false
      UserVolumeEncryptionEnabled: false
      WorkspaceProperties:
        RunningMode: AUTO_STOP
```