

# **Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου**

**Σχολή Θετικών και Εφαρμοσμένων  
Επιστημών**

## **Μεταπτυχιακή Διατριβή στα Πληροφοριακά και Επικοινωνιακά Συστήματα**



**Επικοινωνία μέσω Εικονικών Κινητών για την εκφόρτωση  
κινητών εφαρμογών**

**Όνομα Επώνυμο  
ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΘΕΟΛΟΓΗΣ  
Επιβλέπων Καθηγητής  
ΜΙΧΑΛΗΣ ΓΕΩΡΓΙΑΔΗΣ**

**Μήνας Έτος**

**ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2015**

# **Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου**

## **Σχολή Θετικών και Εφαρμοσμένων Επιστημών**

**Επικοινωνία μέσω Εικονικών Κινητών για την εκφόρτωση  
κινητών εφαρμογών**

**Όνομα Επώνυμο  
ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΘΕΟΛΟΓΗΣ  
Επιβλέπων Καθηγητής  
ΜΙΧΑΛΗΣ ΓΕΩΡΓΙΑΔΗΣ**

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή υποβλήθηκε  
προς μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων για απόκτηση

μεταπτυχιακού τίτλου σπουδών  
στα Πληροφοριακά Συστήματα

από τη Σχολή Θετικών και Εφαρμοσμένων Επιστημών  
του Ανοικτού Πανεπιστημίου Κύπρου

**Μήνας Έτος  
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2015**

## Περίληψη

Στόχος της διατριβής ήταν η δημιουργία εικονικών κινητών σε διάφορα τεχνολογικά μέσα όπως για παράδειγμα ο ηλεκτρονικός υπολογιστής με σκοπό την εκφόρτωση κινητών εφαρμογών από τις κινητές συσκευές ούτως ώστε να επιτευχθεί αποσυμφόρηση. Βραχυπρόθεσμος στόχος αποτελεί η επίτευξη της μεγαλύτερης διάρκειας ζωής της μπαταρίας των διαφόρων κινητών συσκευών λόγω μειωμένης χρήσης τους και μειωμένου αριθμού φόρτισης και μακροπρόθεσμα αποτελέσματα θα είναι i) η μεγαλύτερη διάρκεια ζωής των κινητών συσκευών λόγω μικρότερων φθορών, ii) η μείωση κατανάλωσης οικιακής ενέργειας για την φόρτιση των κινητών συσκευών, iii) άμεση και γρηγορότερη πρόσβαση στις διάφορες εφαρμογές μέσω cloud και διαδίκτυο, και iv) εξοικονόμηση χρήματος λόγω μειωμένης κατανάλωσης ενέργειας τόσο σε επίπεδο κινητών όσο και σε επίπεδο οικιακής χρήσης.

Οι μέθοδοι που ακολουθήθηκαν ήταν πρώτον η έρευνα στο διαδίκτυο για πληροφορίες όσον αφορά το συγκεκριμένο project για το αν έχουν πραγματοποιηθεί παρόμοια ερευνητικά προγράμματα και εργασίες και ποια τα αποτελέσματα αυτών και δεύτερον και βασικότερο ήταν η κατασκευή διαφόρων εικονικών συσκευών αρχικά σε ηλεκτρονικό υπολογιστή μέσω διαφόρων λογισμικών και εν συνεχεία η επιτυχής δημιουργία και χρήση τους μέσω cloud ούτως ώστε να υπάρχει πρόσβαση οποιαδήποτε στιγμή και από οποιοδήποτε μέσω με απαραίτητη όμως προϋπόθεση τη χρήση διαδικτύου, κάτι το οποίο στην εποχή μας μπορεί να είναι διαθέσιμο ανά πάσα στιγμή στον οποιοδήποτε χρήστη.

Τέλος οι μετρήσεις μας δείχνουν ότι τα αποτελέσματα είναι τα επιθυμητά και πώς οι κινητές συσκευές μέσω της εκφόρτωσης κινητών εφαρμογών θα αυξήσουν το προσδόκιμο της ζωής τους μέσα από τη μείωση κατανάλωσης ενέργειας λόγω μη χρήσης των κινητών εφαρμογών και έμμεσα ο καταναλωτής θα μπορέσει να εξοικονομήσει χρόνο και χρήμα.

## **Abstract**

The aim of the thesis was the creation of virtual mobiles into different technological environments such as a computer for the purpose of unloading applications from mobile devices in order to achieve decongestion. The short-term objective is the achievement of longest battery life of various mobile devices due to reduced use and reduced number of charges and long-term results will be i) the longer life of mobile devices due to less wear, ii) reducing household energy consumption due to reduced charging of mobile devices, iii) direct and faster access to various applications through cloud and web, and iv) money savings due to reduced energy consumption both in mobile environment and at the household level.

The methods followed were firstly the Internet research for information on this project about whether they have taken place similar research projects and work and what their results was and secondly and most important was the construction of various virtual devices through a computer among various software and then the successful creation and use through cloud in order the user to have access at anytime and anywhere, under one necessary condition, access the internet, something which nowadays can be available at any time through any user.

Finally, our measurements show that the results are the one we are looking for and that mobile devices via landing mobile applications to a virtual environment is going to increase the expectancy of life by reducing energy consumption due to non-use of mobile applications and indirectly the consumer will be able to save time and money.

## **Ευχαριστίες**

Στον καθηγητή και επιβλέπων κ. Γεωργιάδη Μιχάλη για τη πολύτιμη βοήθεια και τη σωστή καθοδήγηση καθ' όλη τη διάρκεια της εκπόνησης της μεταπτυχιακής διατριβής.

## Πίνακας περιεχομένων

1. Εισαγωγή.....	8
1.1 Το πρόβλημα της ενεργειακής κατανάλωσης των κινητών συσκευών.....	8
1.2 Διαδικασία έρευνας και μετρήσεων .....	13
1.3 Σκοπός της έρευνας, περιορισμοί και περαιτέρω διερεύνηση .....	13
2. Κυκλοφορία δεδομένων και κατανάλωση ενέργειας.....	15
2.1 Κυκλοφορία δεδομένων στο διαδίκτυο .....	15
2.1.1 Η επίδραση της εξέλιξης των smartphones και των tablets στον τεχνολογικό και οικονομικό κλάδο. ....	20
2.1.2 Διαχρονική εξέλιξη παγκόσμιας μεταφοράς δεδομένων .....	28
2.2 Κατανάλωση ενέργειας .....	29
3. Ανάλυση μεθόδων έρευνας .....	33
3.1 Κινητή συσκευή .....	33
3.2 VM ware workstation .....	35
3.3 VM VirtualBox .....	36
3.4 Συγκριτικά αποτελέσματα των διαφόρων μεθόδων .....	36
3.4.1 μTorrent .....	37
3.4.2 Skype .....	39
3.4.3 Ravello systems .....	41
3.4.4 Κατανάλωση ενέργειας κινητών συσκευών .....	41
3.4.5 Εξοικονόμηση ενέργειας μέσω της εκφόρτωσης κινητών συσκευών.....	46
4. Συμπεράσματα-Μελλοντικές Μελέτες .....	49
4.1 Συμπεράσματα μέσω των μετρήσεων.....	49
4.2 Μελλοντικές μελέτες.....	50
5. Βιβλιογραφία .....	51

## Πίνακας εικόνων

Εικόνα 1 Μεταφορά δεδομένων κατά 90% μέσω cloud εφαρμογών.....	10
Εικόνα 2 Πρόβλεψη χρήσης MB τη πενταετία 2014-2015 από τις διάφορες κινητές συσκευές.....	10
Εικόνα 3 Ταχύτητα διαδικτύου μέσω συσκευών .....	11
Εικόνα 4 Ποσοστά χρήσης δεδομένων διαδικτύου μηνός Ιουνίου 2014 .....	12
Εικόνα 5 Χρήση διαδικτύου μέσω smartphone με γνώμονα την ηλικία .....	16
Εικόνα 6 Προτιμήσεις των καταναλωτών με γνώμονα τις συσκευές .....	17
Εικόνα 7 Smarthone VS Tablet .....	18
Εικόνα 8 Σύγκριση διεργασιών χρηστών tablet και χρηστών smarthone.....	19
Εικόνα 9 Η αύξηση της χρήσης του διαδικτύου μέσω κινητών εφαρμογών .....	21
Εικόνα 10 Συγκριτικά στοιχεία στην εταιρία IDC όσον αφορά tablet, PC, notebook.....	22
Εικόνα 11 Οι έξυπνες συσκευές κατακτούν τον κόσμο της τεχνολογίας .....	22
Εικόνα 12 Παγκόσμια διαχείριση δεδομένων μέσω tablet και smarthone.....	24
Εικόνα 13 Χρήση smartphone με γνώμονα την ηλικία .....	25
Εικόνα 14 Παγκόσμια μεταφορά δεδομένων .....	26
Εικόνα 15 Προβλέψεις μεταφοράς δεδομένων έως το 2019 .....	27
Εικόνα 16 Πρόβλεψη μεταφοράς δεδομένων μέσω smartphone .....	28
Εικόνα 17 Η εξέλιξη της οικονομίας μέσω της τεχνολογίας πληροφοριών .....	29
Εικόνα 18 Ρυθμός ανάπτυξης χρήσης ασύρματου διαδικτύου και κατανάλωσης ενέργειας .....	30
Εικόνα 19 Ενεργειακή ανάγκη αναλογικά με τη ταχύτητα δικτύου.....	31
Εικόνα 20 Παγκόσμια μεταφορά δεδομένων .....	32
Εικόνα 21 Λήψη αρχείου μέσω mtorrent .....	34
Εικόνα 22 Χρήση επεξεργαστή.....	34
Εικόνα 23 Execution time του αρχείου 531MB μέσω mtorrent χρησιμοποιώντας και τις τρεις μεθόδους.....	37
Εικόνα 24 Στο συγκεκριμένο διάγραμμα φαίνεται η χρήση CPU% από τις τρεις μεθόδους.....	38
Εικόνα 25 Μέτρηση κατανάλωσης ενέργειας από κάθε συσκευή .....	39
Εικόνα 26 Χρήση CPU% .....	40
Εικόνα 27 Κατανάλωση ενέργειας σε joule .....	40
Εικόνα 28 Είδος κινητής συσκευής και μέσος χρόνος χρήσης την ημέρα .....	42
Εικόνα 29 Οικιακή και επαγγελματική χρήση διαδικτύου τις διάφορες ώρες της ημέρας.....	43
Εικόνα 30 Οικιακή Κατανάλωση Ενέργειας ανα Ώρα .....	45
Εικόνα 31 Κατανάλωση Ενέργειας ανα Ώρα στο Χώρο Εργασίας.....	45
Εικόνα 32 Μεταφορά δεδομένων διαδικτύου μέσω κινητών εφαρμογών .....	47
Εικόνα 33 Σύγκριτικά αποτελέσματα κατανάλωσης ενεργειακής κινητών συσκευών-εικονικών συσκευών .....	48

# Κεφάλαιο 1

## Εισαγωγή

Η συνεχής και αλματώδης εξέλιξη των κινητών συσκευών με όλο και πιο προηγμένη τεχνολογία σε σημείο που ανταγωνίζεται πλέον αυτή των ηλεκτρονικών υπολογιστών σε συνδυασμό με την άκρως απαιτητική καθημερινότητα των καταναλωτών έχει σαν αποτέλεσμα τη διαρκή κατασκευή και κοινοποίηση νέων πιο απαιτητικών κινητών εφαρμογών οι οποίες πρέπει να εγκατασταθούν σε ένα τεχνολογικά επαρκές περιβάλλον για να λειτουργήσουν σωστά και να ικανοποιήσουν τις απαιτήσεις των χρηστών. Το αποτέλεσμα μας δίνει μία κινητή συσκευή πολύ υψηλών δυνατοτήτων που σε συνδυασμό με τις κινητές εφαρμογές ικανοποιεί και τον πιο απαιτητικό χρήστη.

### **1.1 Το πρόβλημα της ενεργειακής κατανάλωσης των κινητών συσκευών**

Το πρόβλημα που προκύπτει από την εξέλιξη της τεχνολογίας των κινητών συσκευών και των κινητών εφαρμογών είναι ότι υπάρχει πολύ αυξημένη κατανάλωση ενέργειας από τις συσκευές που έχει σαν αποτέλεσμα τόσο τη μείωση της διάρκειας ζωής της μπαταρίας των κινητών εφαρμογών τόσο σε βραχυχρόνιο διάστημα όσο και σε μακροχρόνιο. Επίσης έχει άμεση επίδραση στη ζωή των καταναλωτών διότι η αυξημένη ζήτηση σε ενέργεια οδηγεί στην αύξηση του κόστους ζωής και στη διαρκή συρρίκνωση των διαφόρων πηγών ενέργειας. Σαν παράδειγμα ας πάρουμε ένα smartphone το οποίο κατά τη διάρκεια φόρτισης του και μόνο η ποσότητα ενέργειας που χρειάζεται είναι αμελητέα, αν όμως προστεθεί σε αυτήν, η ενέργεια που χρειάζεται για να αποθηκεύσει ένα βίντεο μίας ώρας η ενέργεια που θα χρειαστεί ξεπερνάει πολλές φορές τη κατανάλωση ενέργειας δύο ψυγείων, κάτι που μας δείχνει ότι παρά το μέγεθος των συσκευών η κατανάλωση ενέργειας είναι τεράστια.



<sup>1</sup>Το συγκεκριμένο πρόβλημα τεκμηριώνεται μέσα από διάφορες μετρήσεις που έλαβαν χώρα ανά τον κόσμο και μέσω διαφόρων ερευνών που επικεντρώνονται στη παγκόσμια διακίνηση δεδομένων μέσω δικτύων κινητών συσκευών. Οι μετρήσεις δείχνουν ότι η διακίνηση δεδομένων έχει αυξηθεί κατά 69% συγκριτικά με το έτος 2014 και συνολικά υπάρχει ραγδαίος ρυθμός ανάπτυξης στο συγκεκριμένο τομέα από το 2012 και έπειτα. Σημαντικό ρόλο έχουν διαδραματίσει όλες οι ταχέως αναπτυσσόμενες αγορές στις οποίες παρατηρείται πολλές φορές ρυθμός ανάπτυξης στο σχετικό τομέα άνω του 100%, όπως είναι για παράδειγμα η Μέση Ανατολή και η Αφρική στις οποίες η διακίνηση δεδομένων αυξήθηκε κατά 107%. Περαιτέρω έχουν γίνει και διάφορες προβλέψεις όσον αφορά τις μελλοντικές τάσεις (2014-2019) των χρηστών-καταναλωτών σχετικά με τις έξυπνες συσκευές δικτύωσης οι οποίες δείχνουν μια συνεχή αυξητική τάση στο θέμα ζήτησης με άμεσο επακόλουθο την αύξηση χρήσης του διαδικτύου μέσω αυτών κινητών και μέσω των εφαρμογών τους. Πιο συγκεκριμένα αναμένεται σύμφωνα με μετρήσεις αναμένεται η χρήση του διαδικτύου μέσω των Smartphone να αυξηθεί ακόμα και κατά 100% έως το έτος 2019. Σε αυτό έχει συμβάλει και διαρκής βελτιστοποίηση του διαδικτύου καθώς έχουμε αισίως μεταβεί στην εποχή του 4G δικτύου. Επίσης βλέπουμε το τελευταίο διάστημα ότι όλο και περισσότεροι χρήστες στρέφονται προς το γνωστό σε όλους cloud application για λόγους ευκολίας χρήσης και πρόσβασης στις εφαρμογές ανά πάσα στιγμή και σχεδόν σε οποιοδήποτε μέρος βρίσκονται με την απλή προϋπόθεση της επιτυχής πρόσβασης στο διαδίκτυο. Η συγκεκριμένη εφαρμογή προσφέρει τη δυνατότητα στους χρήστες τις των αποσυμφορήσεων των διαφόρων κινητών συσκευών μέσω της εκφόρτωσης δεδομένων σε αυτή κάτι το οποίο θα παρουσιαστεί εκτενέστερα στη συνέχεια.

---

<sup>1</sup> [http://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/white\\_paper\\_c11-520862.htm](http://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/white_paper_c11-520862.htm)

Εικόνα 1 Μεταφορά δεδομένων κατά 90% μέσω cloud εφαρμογών<sup>2</sup>



Κάτι εξίσου σημαντικό που πρέπει να αναφερθεί είναι ότι οι εν λόγω έρευνα έδειξε πως στο διάστημα 2014-2019 σε πολλές κινητές συσκευές η χρήση του διαδικτύου και συγκεκριμένα των MB σε πολλές περιπτώσεις θα πενταπλασιαστεί κάτι το οποίο έρχεται να προστεθεί και να διογκώσει τον αρχικό προβληματισμό.

Εικόνα 2 Πρόβλεψη χρήσης MB τη πενταετία 2014-2015 από τις διάφορες κινητές συσκευές.<sup>3</sup>

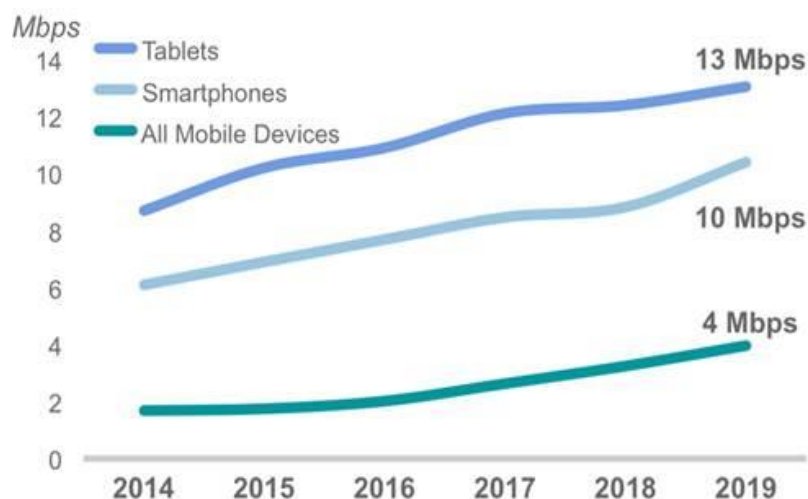
Συσκευή	Χρήση MB 2014	Χρήση MB 2019
Nonsmartphone	22 MB/month	105 MB/month
M2M Module	70 MB/month	366 MB/month
Wearable Device	141 MB/month	479 MB/month
Smartphone	819 MB/month	3,981 MB/month
4G Smartphone	2,000 MB/month	5,458 MB/month
Tablet	2,076 MB/month	10,767 MB/month
4G Tablet	2,913 MB/month	12,314 MB/month
Laptop	2,641 MB/month	5,589 MB/month

<sup>2</sup> [http://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/white\\_paper\\_c11-520862.htm](http://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/white_paper_c11-520862.htm)

<sup>3</sup> [http://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/white\\_paper\\_c11-520862.htm](http://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/white_paper_c11-520862.htm)

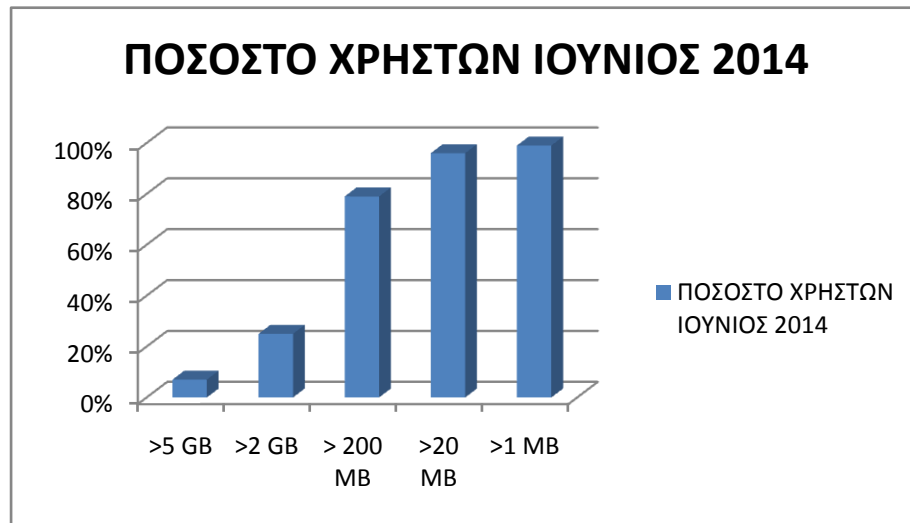
Όπως φαίνεται και στο πίνακα 1.1 σε πολλές περιπτώσεις η χρήση του διαδικτύου από τις συσκευές αυξάνεται με αρκετά μεγάλο ρυθμό με κυρίαρχη συσκευή να είναι το tablet το οποίο έρχεται να το επιβεβαιώσει και το διάγραμμα 1.2 το οποίο δείχνει πως το tablet έχει και θα συνεχίσει να αυξάνει τη ταχύτητα χρήσης δεδομένων στο διαδίκτυο με ότι αυτό συνεπάγεται.

Εικόνα 3 Ταχύτητα διαδικτύου μέσω συσκευών



Τέλος σε σχετική έρευνα που διεξήχθη τον Ιούνιο του 2014 τα αποτελέσματα έδειξαν πως ένα σημαντικό ποσό χρηστών της τάξεως του 25% καταναλώνει το μήνα μεγαλύτερο των 2GB δεδομένων στο διαδίκτυο το οποίο αναμένεται να αυξηθεί τα απόμενα χρόνια λαμβάνοντας υπόψη και τις διάφορες τάσεις που προβλέπεται να επικρατήσουν την πενταετία 2014-2019.

Εικόνα 4 Ποσοστά χρήσης δεδομένων διαδικτύου μηνός Ιουνίου 2014



Ο αρχικός προβληματισμός που έχει τεθεί σχετικά με τα υψηλά ποσοστά κατανάλωσης ενέργειας που προκύπτει από το ολοένα και πιο απαιτητικό περιβάλλον των κινητών συσκευών επιβεβαιώνεται και από τις παραπάνω έρευνες που έχουν διεξαχθεί και μας αποδεικνύουν ότι κατά το άμεσο μέλλον οι διάφορες πηγές ενέργειας θα αρχίσουν να εξαντλούνται με τη μόνη λύση να αποτελούν οι εναλλακτικές πηγές ενέργειας. Τα διάφορα κέντρα δεδομένων, όπως επίσης και τα κέντρα ασύρματων και ενσύρματων δικτύων χρησιμοποιούν σαν κύρια μορφή ενέργειας τον άνθρακα, όπως προαναφέρθηκε σε ορισμένες περιοχές που η ανάπτυξη των δικτύων κινητής τηλεφωνίας αυξάνεται με ταχύτατους ρυθμούς, όπως η Ινδία και Κίνα, θα είχε περισσότερο νόημα οικονομικό και περιβαλλοντικό να τροφοδοτήσει όλες αυτές τις βάσεις-σταθμούς δεδομένων μέσω εναλλακτικών μορφών ενέργειας. Το σοβαρό αυτό θέμα απασχολεί παγκοσμίως όλους τους μεγάλους οργανισμούς και ένας από αυτούς αποτελεί η κοινοπραξία **“GreenTouch”** η οποία άρχισε να ενεργοποιείται δραστικά στο συγκεκριμένα τομέα καθώς ο πρόεδρος της Thierry Van Landegem ανακοίνωσε ότι μέσα από τις κατάλληλες ενέργειες στις οποίες θα προβούν, έως το έτος 2020 η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας στα δίκτυα της θα μειωθεί κατά 90 τοις εκατό<sup>4</sup>.

<sup>4</sup> <http://spectrum.ieee.org/energywise/energy/environment/smart-phones-uses-as-much-energy-as-a-refrigerator>

## 1.2 Διαδικασία έρευνας και μετρήσεων

Τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν για τη διεξαγωγή της έρευνας και των μετρήσεων είναι τα εξής:

- Κινητή συσκευή με λειτουργικό Android
- Ηλεκτρονικός υπολογιστής και λογισμικά
  - Android emulator
  - VMware workstation
  - Oracle VM VirtualBox
  - Cloud Ravello systems

Οι συγκεκριμένες εφαρμογές χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή εικονικών κινητών συσκευών στο περιβάλλον του ηλεκτρονικού υπολογιστή και εν συνεχεία σε online περιβάλλον και ακόμη πιο συγκεκριμένα σε cloud περιβάλλον. Οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν επικεντρώθηκαν στους τομείς της χρήσης CPU, RAM, execution time, κατανάλωση ενέργειας μέσω μίας εφαρμογής που ουσιαστικά καταγράφει το μέγεθος της ενέργειας που καταναλώνει καθ' όλη τη διάρκεια χρήσης της η κάθε εφαρμογή.

## 1.3 Σκόπος της έρευνας, περιορισμοί και περαιτέρω διερεύνηση

Σκοπός της έρευνας είναι να διαπιστωθεί εάν οι διάφορες κινητές εφαρμογές μπορούν να λειτουργήσουν σε ένα λειτουργικό περιβάλλον μιας εικονικής κινητής συσκευής και ένα ναι μέσα από τις διάφορες μετρήσεις που θα πραγματοποιηθούν να τεκμηριωθεί ότι αυτές οι εφαρμογές επιβαρύνουν σε μεγαλύτερο βαθμό τις διάφορες κινητές συσκευές απ' ότι το περιβάλλον στο οποίο θα στηθεί η εικονική συσκευή με άμεσο αποτέλεσμα την εξοικονόμηση ενέργειας της κινητής συσκευής.

Οι περιορισμοί που τίθενται έχουν να κάνουν με το ότι η συγκεκριμένη έρευνα αποτελεί κάτι σχετικά καινούργιο και πέραν των διαφόρων πειραμάτων και μετρήσεων δεν έχουμε στη διάθεση μας ικανοποιητικές πηγές πληροφοριών και ένας ακόμη περιορισμός είναι ο σχετικά μικρός χρόνος που έχουμε στη διάθεση μας για τη

διεξαγωγή της έρευνας που έχει σαν αποτέλεσμα κάποιες πτυχές να μην μπορέσουν να διερευνηθούν στο βαθμό που επιθυμούμε για πιο ασφαλή αποτελέσματα.

Τέλος το συγκεκριμένο θέμα χωράει και περαιτέρω διερεύνησης κάτι το οποίο έχει λάβει χώρα στη συγκεκριμένη διπλωματική και αφορά την εκφόρτωση κινητών εφαρμογών από κινητή συσκευή λογισμικού android. Συγκεκριμένα η δημιουργία αντίστοιχης εικονικής συσκευής λογισμικού android σε online περιβάλλον cloud στο οποίο θα μπορούμε να έχουμε πρόσβαση μέσω μη συμβατών λογισμικών και συγκεκριμένα λειτουργικού ios με μόνο περιορισμό τη πρόσβαση στο διαδίκτυο.

# Κεφάλαιο 2

## Κυκλοφορία δεδομένων και κατανάλωση ενέργειας

### 2.1 Κυκλοφορία δεδομένων στο διαδίκτυο

Όλες οι πληροφορίες και προβλέψεις δείχνουν πως πολύ σύντομα η ωριαία διακίνηση δεδομένων στο διαδίκτυο θα ξεπεράσουν την ετήσια διακίνηση του έτους 2000 κάτι το οποίο δείχνει τους τεράστιους ρυθμούς ανάπτυξης της τεχνολογίας και του διαδικτύου. Επομένως οι απαιτήσεις σε ενέργεια είναι και θα είναι τεράστιες με βασική πηγή ενέργειας τουλάχιστον κατά 50% να αποτελεί ο άνθρακας κάτι το οποίο γίνεται αντιληπτό και από μία φράση η οποία έχει γίνει αποδεκτή παγκοσμίως στο συγκεκριμένο τομέα και αναφέρει ότι “ το ψηφιακό σύμπαν και το cloud ξεκινάνε και πηγάζουν από τον άνθρακα”.

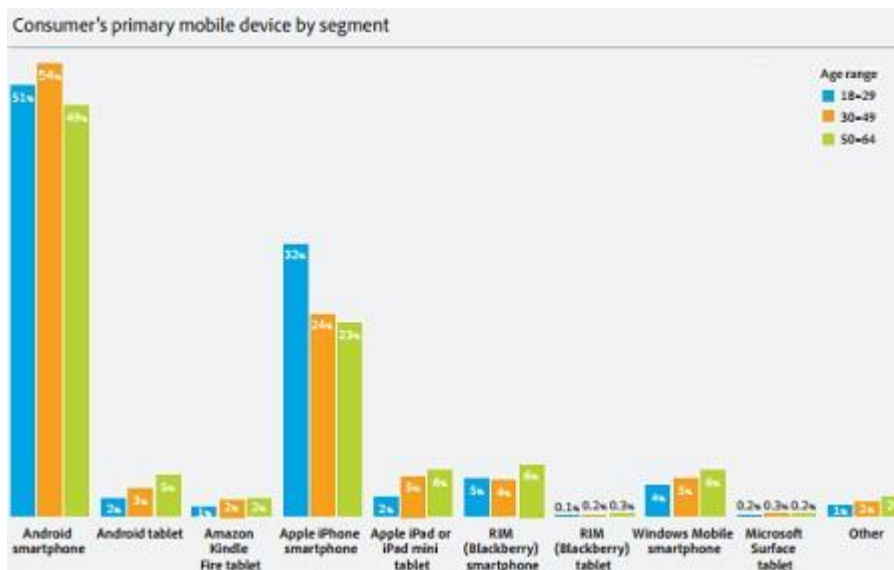
Οι καταναλωτές συνδέουν πάρα πολύ συχνά το κινητό με ένα τηλέφωνο smartphone σε ποσοστό περί του 54% ενώ μόνο το 14% το συνδέει με τη έννοια του tablet. Τριάντα δύο τοις εκατό των καταναλωτών σχετίζει τη χρήση του κινητού με την ευκολία που τους προσφέρει στη καθημερινότητα τους και στο εργασιακό τους περιβάλλον, αποδεικνύοντας ότι αισθάνονται μια ισχυρή σύνδεση μεταξύ της συσκευής και της ελευθερίας που τους προσφέρει.

Μέσα από διάφορες μελέτες και μετρήσεις που διεξήχθησαν, έγινε εξαγωγή διαφόρων συμπερασμάτων:

- 85% των ερωτηθέντων είπε πως οι κινητές συσκευές παίζουν κεντρικό ρόλο στη καθημερινή ζωή τους με το 90% των ατόμων να είναι ανάμεσα στην ηλικία 18-24
- Ένα ακόμη μεγαλύτερο ποσοστό, 89% λένε ότι οι φορητές συσκευές τους επιτρέπουν να είναι σε συνεχή επαφή με τους αγαπημένους τους και να είναι συνεχώς ενήμεροι με τις προσεχείς κοινωνικές εκδηλώσεις.

- Κατά μέσο όρο, οι ερωτηθέντες αναφέρουν ότι δαπανούν 3,3 ώρες την ημέρα smartphones τους. Η πρόσβαση και η χρήση των κινητών συσκευών είναι απαραίτητη στην ψηφιακή εποχή καθώς οι φορητές συσκευές μας αποτελούν τις πύλες μέσω των οποίων μπορούμε να συνδέσουμε με τα πάντα και τους πάντες. Είτε πρόκειται για ένα tablet είτε συνηθέστερα για smartphones, αυτές οι φορητές συσκευές μας έχουν δώσει πρόσβαση αν πάσα στιγμή σε ένα παγκόσμιο περιβάλλον διαχείρισης δεδομένων.

Εικόνα 5 Χρήση διαδικτύου μέσω smartphone με γνώμονα την ηλικία



Όπως αναφέρθηκε στην προηγούμενη ενότητα, μόλις το 14% των καταναλωτών συνδέει την έννοια των κινητών συσκευών με τον όρο tablet, η οποία είναι μία από τις πολλές ενδείξεις ότι το tablet δεν είναι πραγματικά μια φορητή συσκευή. Αντ' αυτού, αποτελεί μια συσκευή η οποία έχει βρεθεί να αντικαταστήσει τα desktop και τα laptop. Το 65% των χρηστών tablet αναφέρει ότι τα χρησιμοποιεί την ώρα που παρακολουθεί τηλεόραση, τουλάχιστον μια φορά την ημέρα, ενώ το 41% χρησιμοποιεί το tablet τους και το smartphone ταυτόχρονα τουλάχιστον μία φορά την ημέρα. Βλέπουμε ότι τα tablet αποτελούν όχι αντικαταστάτη των smartphones αλλά ουσιαστικά λειτουργούν συμπληρωματικά ως "σύντροφος" των smartphones με το πιο φανατικό κοινό να ανήκει στην ηλικία των 35+ που μπορούν με ευκολία να διαχειριστούν αυτό το επίπεδο της τεχνολογίας. Τρεις ομάδες ανήκουν στους χρήστες των tablet:

- Αυτοί που έχουν έσοδα \$ 75- \$ 100K (81% έχουν στη κατοχή τους tablet)



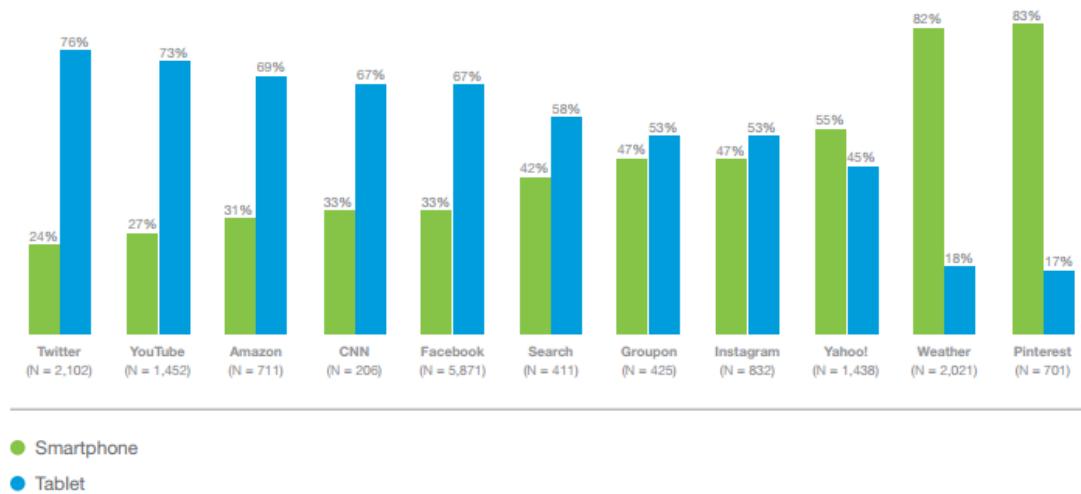
- Αυτοί που έχουν έσοδα \$ 100K + (79% έχουν στη κατοχή τους tablet)
- Οι χρήστες ηλικίας 35-44 ετών (το 81% κατέχει tablet)

Οι καταναλωτές που έχουν στη κατοχή τους συγχρόνως smartphones και tablets δεν χρησιμοποιούν λιγότερο τα smartphones τους, γεγονός που δείχνει ότι τα tablet αποτελούν συμπληρωματικό αγαθό για τα smartphones, αυξάνοντας έτσι το συνολικό χρόνο χρήσης έξυπνων συσκευών. Οι πιο δημοφιλείς λειτουργίες σε tablet συσκευή αποτελεί η ανάγνωση-αποστολή e-mail με ποσοστό χρήσης 69% και η αναζήτηση διαφόρων πληροφοριών στο διαδίκτυο με ποσοστό 70% όπου κάθε χρήστης τουλάχιστον μία φορά την ημέρα θα εκτελέσει αυτή τη διαδικασία. Όσον αφορά τα smartphone η χρήση του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου ανέρχεται σε ποσοστό 91% και η αμέσως επόμενη δημοφιλέστερη λειτουργία αποτελεί η αποστολή γραπτών μηνυμάτων με ποσοστό 90%. Τα tablet χρησιμοποιούνται περισσότερο σε σχέση με τα smartphones για δραστηριότητες όπως η προβολή βίντεο και ταινιών (40% σε tablet, έναντι 30% σε smartphone) και για ανάγνωση (57% σε tablet, ενώ το 43% σε smartphone).

Παρατηρούμε πως ενώ το tablet δε μπορεί να εκτελέσει όλες τις λειτουργίες ενός κινητού, αποτελεί πλέον μία "μόδα" η οποία έχει μία αυξανόμενη τάση. Οι χρήστες των tablet έχουν κάποιες συγκεκριμένες προτιμήσεις στα διάφορα website όπως τα Amazon, Twitter,, Facebook και διάφορα άλλα, ενώ το αξιοσημείωτο είναι ότι χρησιμοποιούν τις συσκευές smartphone για πρόσβαση στις σελίδες Yahoo, Pinterest και ενημέρωση για τον καιρό,

**Εικόνα 6 Προτιμήσεις των καταναλωτών με γνώμονα τις συσκευές**

Tracking Data: Ten Popular Online Properties Visited, Smartphone vs. Tablet



Ας δούμε για παράδειγμα την εικόνα 5 που έχει να κάνει με τις προτιμήσεις των καταναλωτών αναφορικά με τη πρόσβαση στο διαδίκτυο μέσω των δύο συσκευών:

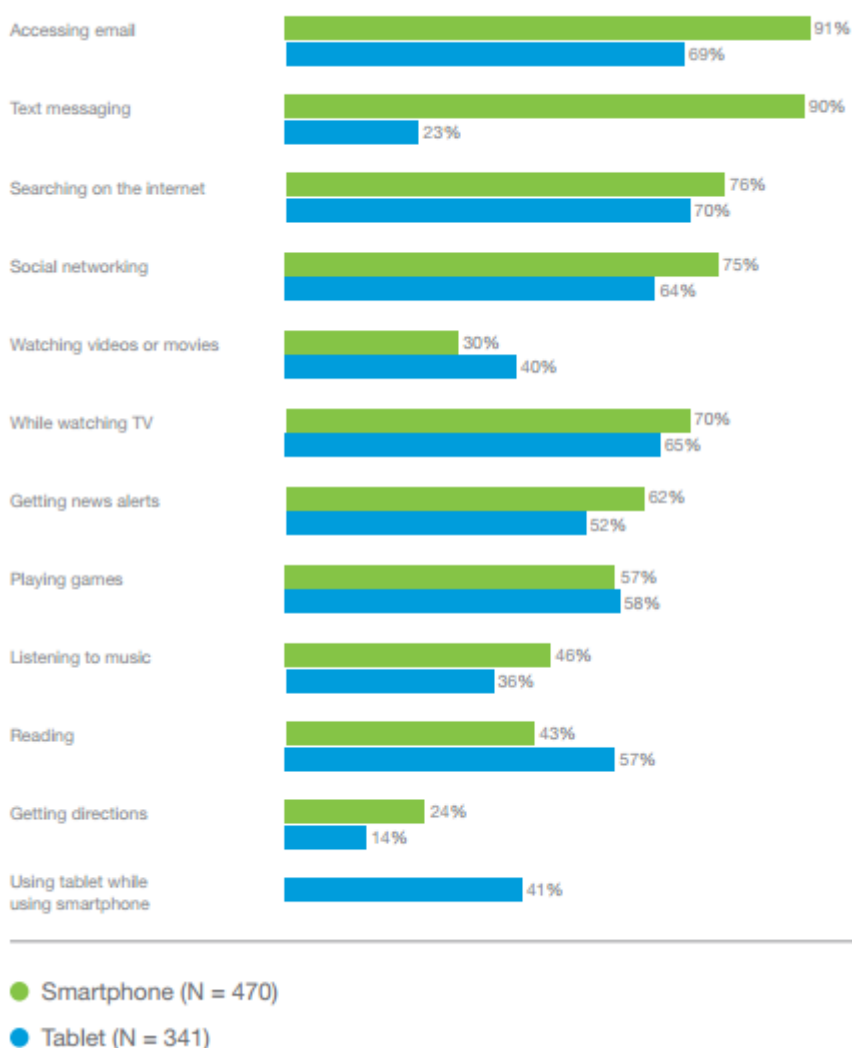
- Twitter (76% των χρηστών προέρχεται από τα tablet)
- YouTube (73% των επισκέψεων στο YouTube διενεργήθηκε μέσω tablet),
- Amazon (69% των επισκέψεων Amazon προέρχεται από tablet),
- 67% χρηστών tablet κάνει χρήση των ιστοσελίδων CNN και ] Facebook

Οι μόνες τρεις ιστοσελίδες, όπως αναφέραμε και νωρίτερα, όπου οι χρήστες Έχουν πρόσβαση σε αυτές μέσω smartphones είναι:

- Pinterest (83% επισκέψεων πραγματοποιήθηκαν μέσω smartphone)
- Προβλέψεις καιρικών συνθηκών (82% των επισκέψεων συνέβη μέσω smartphones),
- Yahoo (55% των επισκέψεων συνέβη μέσω smartphone)

Εικόνα 7 Smartphone VS Tablet

### Activities Performed at Least Once Each Day: Smartphone vs. Tablet

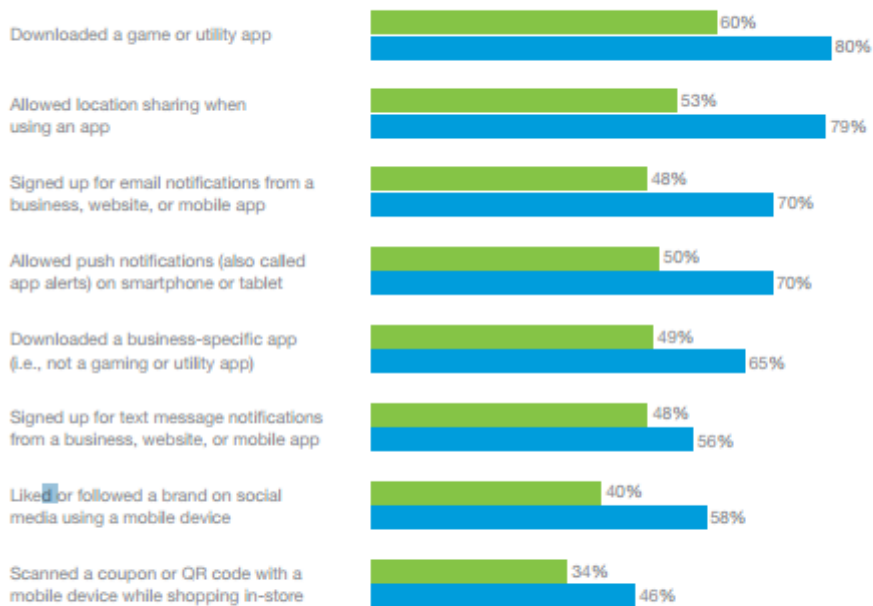


Όπως είναι αναμενόμενο, οι άνθρωποι που έχουν στη κατοχή τους συγχρόνως ένα tablet και ένα smartphone σε σχέση με εκείνους που κατέχουν μόνο ένα smartphone εκτελούν πολύ περισσότερες δραστηριότητες συγκριτικά με την άλλη κατηγορία χρηστών. Με λίγα λόγια οι δυνατότητες των χρηστών αυτών είναι τεράστιες γιατί έχουν στη κατοχή τους δύο συσκευές μεγάλων τεχνολογικών δυνατοτήτων. Οι διάφορες διεργασίες που μπορούν να εκτελέσουν απεικονίζεται στις δύο εικόνες 5 και βαντίστοιχα όπου μπορούμε να καταλάβουμε το εύρος των δραστηριοτήτων και το μέγεθος των δυνατοτήτων των διαφόρων χρηστών.

Εικόνα 8 Σύγκριση διεργασιών χρηστών tablet και χρηστών smartphone

---

### Comparing Activities of Smartphone Owners vs. Smartphone and Tablet Owners



● Smartphone owners (N = 129)

● Smartphone and tablet owners (N = 341)

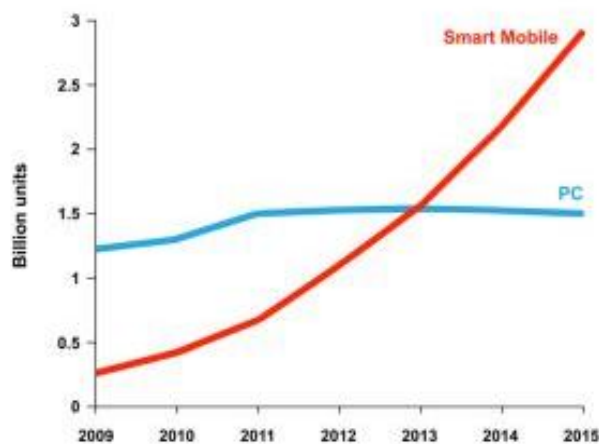
---

## 2.1.1 Η επίδραση της εξέλιξης των smartphones και των tablets στον τεχνολογικό και οικονομικό κλάδο.

Το περιβάλλον στο τομέα της τεχνολογίας πληροφορίας και επικοινωνιών έχει αλλάξει σημαντικά τα τελευταία χρόνια και αναμένεται να συνεχιστεί αυτό και συγκεκριμένα με τα πολύ γνωστά σε όλους μας smartphones και tablets να έχουν πάρει τη σκυτάλη στο τομέα της τεχνολογίας και συγκεκριμένα στη συλλογή και διακίνηση πληροφοριών και δεδομένων μέσω διαδικτύου. Η όρεξη του ανθρώπου για bytes είναι αστείρευτη και αυξανόμενη. Ακόμα και στις κοινωνίες που μαστίζονται από την οικονομική κρίση ο κόσμος της τεχνολογίας και των δεδομένων συνεχίζει να αναπτύσσεται διαρκώς χωρίς κάποια εμπόδια όπως επιτυχώς είχαν προβλέψει διάφοροι οικονομολόγοι τη δεκαετία 1980-90.

Εικόνα 9 Η αύξηση της χρήσης του διαδικτύου μέσω κινητών εφαρμογών<sup>5</sup>

### Global Installed Based of Computing - - The Rise of the Mobile Internet

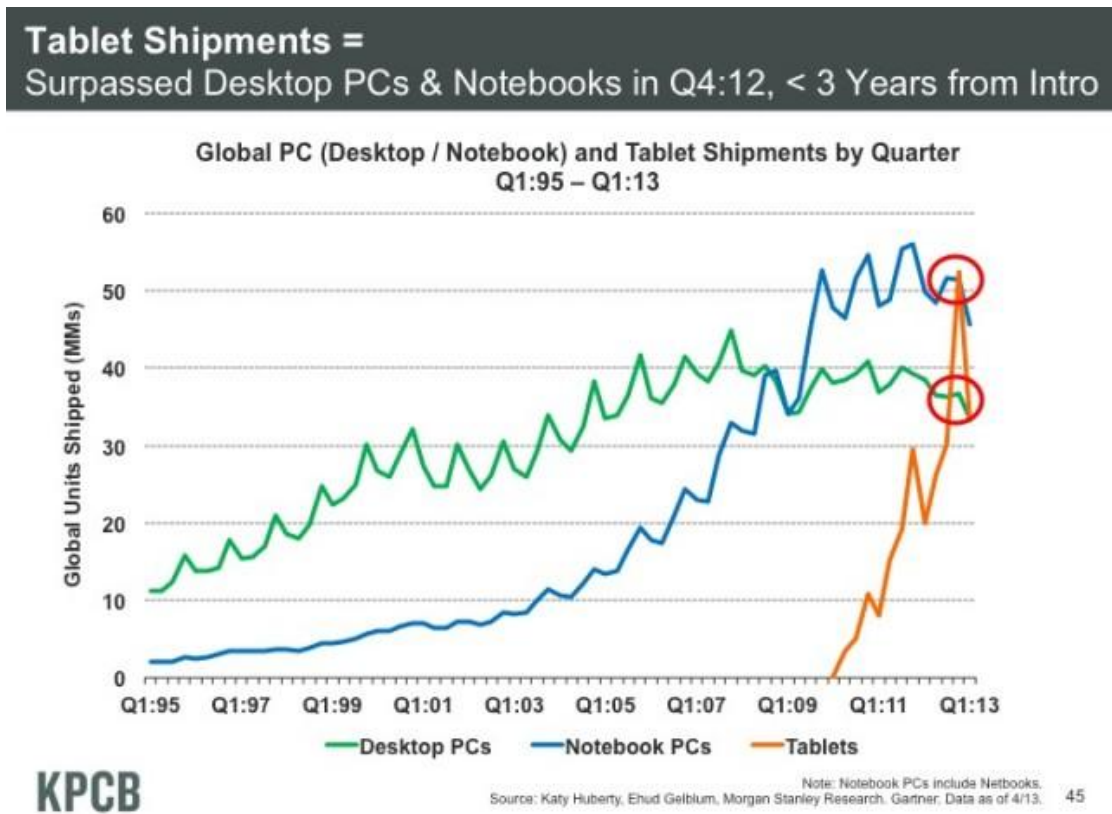


Data Source: *Internet Trends*, Mary Meeker, Kleiner Perkins, 2012 & 2013  
PCs (including notebooks) vs. smart mobile (tablets + smartphones)

Ήδη τα τελευταία χρόνια διακρίνουμε μία τάση συνεχής μείωσης της χρήσης του υπολογιστή και συνεχή μεταστροφή του αγοραστικού κοινού προς τις κινητές συσκευές τόσο στα γνωστά σε όλους και απαραίτητα στη ζωή μας smartphones όσο και στα ταχέως αναπτυσσόμενα tablet.

<sup>5</sup> THE CLOUD BEGINS WITH COAL, BIG DATA, BIG NETWORKS, BIG INFRASTRUCTURE, AND BIG POWER, AN OVERVIEW OF THE ELECTRICITY USED BY THE GLOBAL DIGITAL ECOSYSTEM, Mark P. Mills CEO, Digital Power Group, <http://www.tech-pundit.com/>, August 2013

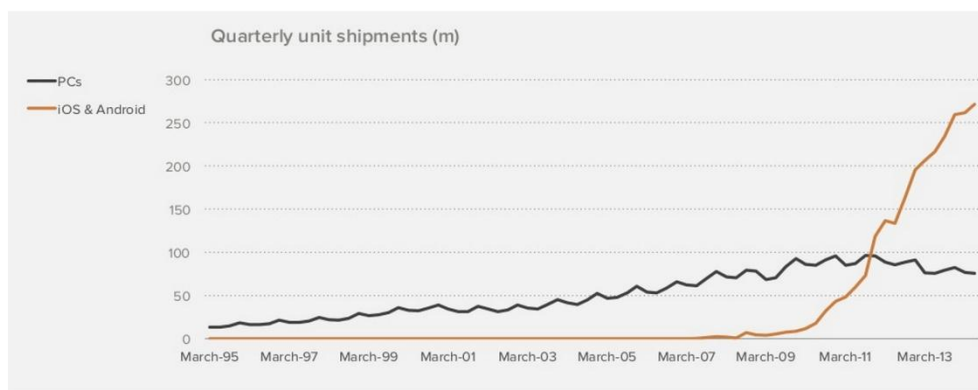
Εικόνα 10 Συγκριτικά στοιχεία στην εταιρία IDC όσον αφορά tablet, PC, notebook<sup>6</sup>



Εικόνα 11 Οι έξυπνες συσκευές κατακτούν τον κόσμο της τεχνολογίας<sup>7</sup>

## The smartphone industry dwarfs PCs

4bn people buying every 2 years instead of 1.6bn buying every 5 years



<sup>6</sup> <http://www.macrumors.com/2013/05/29/2013-internet-trends-report-mobile-growth-soars-tablet-shipments-surpass-pcs-in-3-years/>

<sup>7</sup> <http://www.forbes.com/sites/gordonkelly/2015/09/19/apple-ios-9-secrets/>

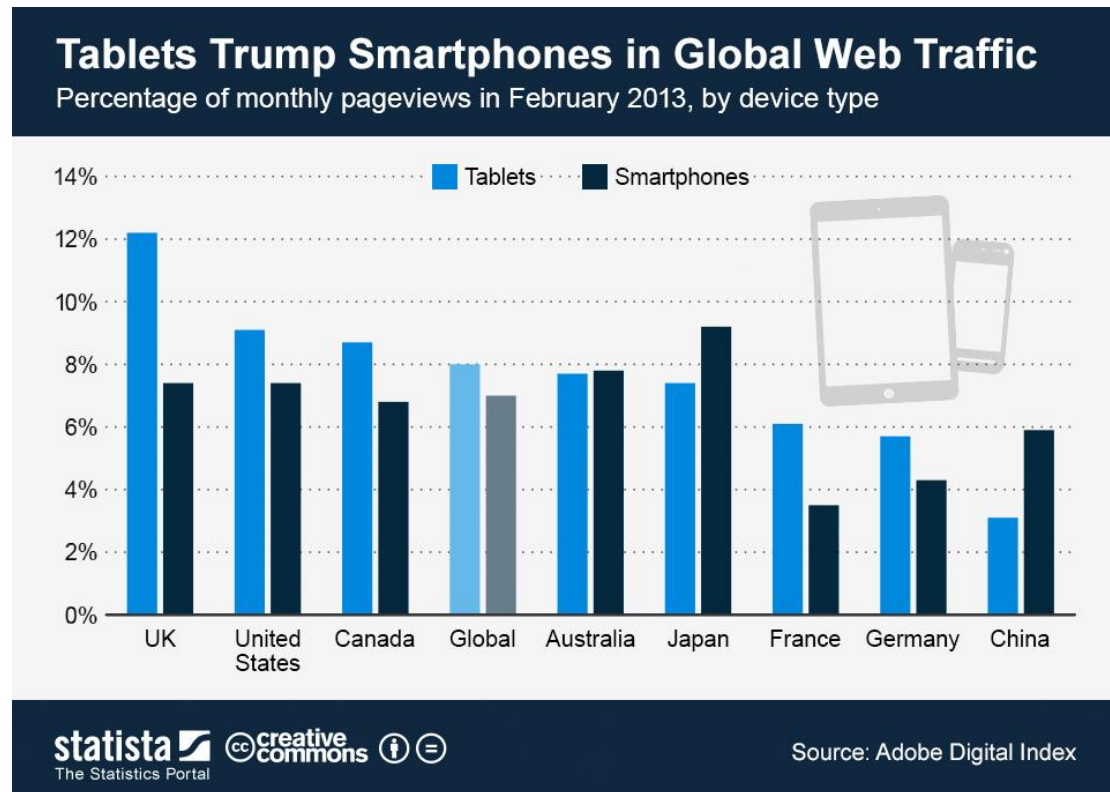
Τα παραπάνω διαγράμματα μας αποκαλύπτουν τη παρούσα κατάσταση στην αγορά που μαρτυρά τη δυναμική είσοδο και κυριαρχία των smartphone και tablet στο κόσμο της τεχνολογία και στο κόσμο του internet. Συγκεκριμένα μια έκθεση της εταιρίας IDC (International Data Corporation) το 2013 επιβεβαίωσε την ταχεία ανάπτυξη των tablets, εκτιμώντας ότι έως το έτος 2015 ότι η ετήσιες αγορές tablets θα ξεπεράσουν αυτές των φορητών υπολογιστών και γενικά τη συνολική αγορά των PC. Η βιομηχανία των smartphone και tablet πλέον αποτελεί σχεδόν το 50% της παγκόσμιας βιομηχανίας ηλεκτρονικών ειδών ευρείας κατανάλωσης.

Σύμφωνα με προβλέψεις μέχρι το έτος 2020 ο αριθμός των smartphones αναμένεται να ξεπεράσει κατά 2 - 3 φορές τον αριθμό των ηλεκτρονικών υπολογιστών. Αυτό εξηγείται και από τη συνεχή ανάπτυξη νέων εφαρμογών για τα κινητά κάτι που τα κάνει αυτομάτως εύχρηστα λειτουργικά και πολύ εργονομικά με αποτέλεσμα να οδηγούμαστε σε μειωμένο κόστος ανάπτυξης νέων κινητών εφαρμογών κάτι που αυτομάτως θα αυξήσει τον αριθμό των συσκευών που θα διοχετευτούν στην αγορά με άμεση αύξηση του αγοραστικού κοινού.

Τα παραπάνω δεδομένα οδηγούν στο συμπέρασμα ότι και η μεταφορά δεδομένων στο διαδίκτυο έχει αυξηθεί με ταχύτερους ρυθμούς λόγω και της κυριαρχίας της αγοράς από τις έξυπνες συσκευές που έχουν άμεση και ταχύτατη απόκριση στο διαδίκτυο.<sup>8</sup> Η πρόσβαση σε αυτό μέσω των κινητών εφαρμογών, το Cloud και οι διάφορες έξυπνες εφαρμογές έχουν κυριαρχήσει στη παγκόσμια διακίνηση δεδομένων όπως φαίνεται και στα διάφορα διαγράμματα.

---

<sup>8</sup>[http://www.tech-pundit.com/wp-content/uploads/2013/07/Cloud\\_Begins\\_With\\_Coal.pdf?c761ac](http://www.tech-pundit.com/wp-content/uploads/2013/07/Cloud_Begins_With_Coal.pdf?c761ac)



Τα στοιχεία βασίζονται στην ανάλυση περισσότερων από 100 δισεκατομμυρίων επισκέψεων σε 1.000 ιστοσελίδες σε όλο τον κόσμο τον Φεβρουάριο του 2013. Το παραπάνω γράφημα δείχνει το ποσοστό επισκέψεων σε διάφορες σελίδες που προέρχονται από φορητές συσκευές. Τον Φεβρουάριο του 2013, τα tablet έχουν ξεπεράσει τα smartphones για πρώτη φορά από άποψη προβολής σελίδων σε παγκόσμια κλίμακα.

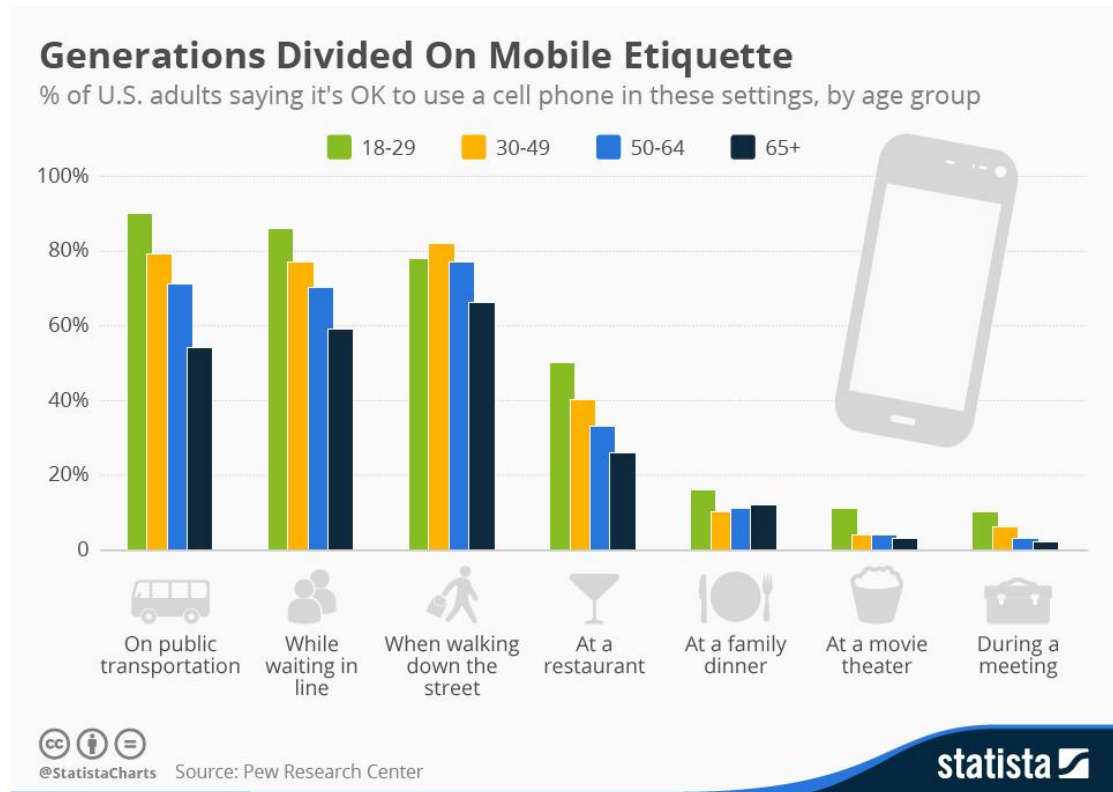
Από τότε που το πρώτο iPhone εμφανίστηκε στην αγορά το 2007, τα smartphones έχουν σταδιακά εξελιχθεί σε μια σταθερή δύναμη στην αγορά με μεγάλη επιρροή στο μεγαλύτερο κομμάτι της καθημερινότητας μας. Η χρήση τους ποικίλει σε αποστολή μηνυμάτων, λήψη φωτογραφίας, ειδήσεις και τηλεφωνικές κλήσεις.

Δυστυχώς, φαίνεται να υπάρχουν διαφορετικές απόψεις σχετικά με το πότε είναι γενικά αποδεκτό να χρησιμοποιήσετε ένα κινητό και πότε δεν είναι. Σύμφωνα με μια έρευνα που διεξήχθη από το Κέντρο Ερευνών Pew, οι νεαροί ενήλικες γενικά φαίνεται να είναι πιο επιρρεπείς στη χρήση κινητού τηλεφώνου σε δημόσιους χώρους σε σχέση εκείνους που δεν μεγάλωσαν με τέτοις μορφή τεχνολογίας. Ενώ το 90 τοις εκατό των νέων

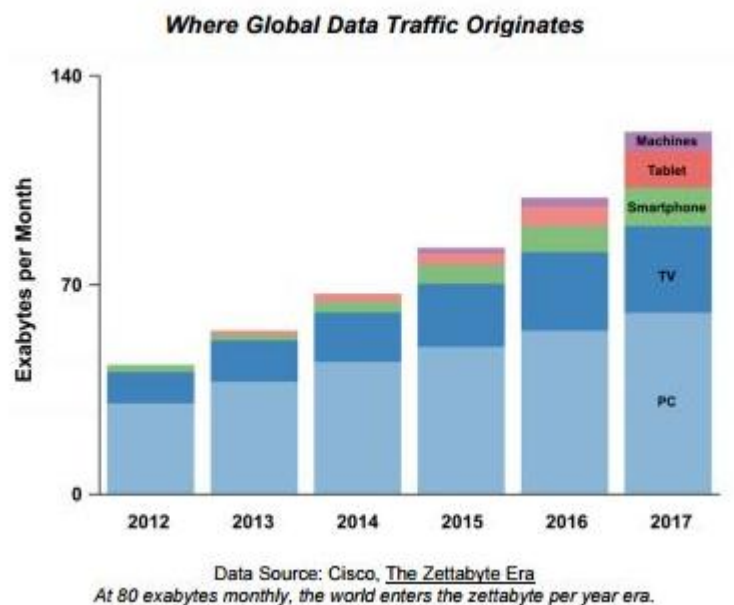


ηλικίας 18 έως 29 ετών πιστεύουν ότι είναι φυσιολογικό να χρησιμοποιείται ένα τηλέφωνο σε μέσα μαζικής μεταφοράς, μόλις το 54 τοις εκατό των Αμερικανών ηλικίας 65 ετών και άνω θα συμφωνήσει με αυτό.

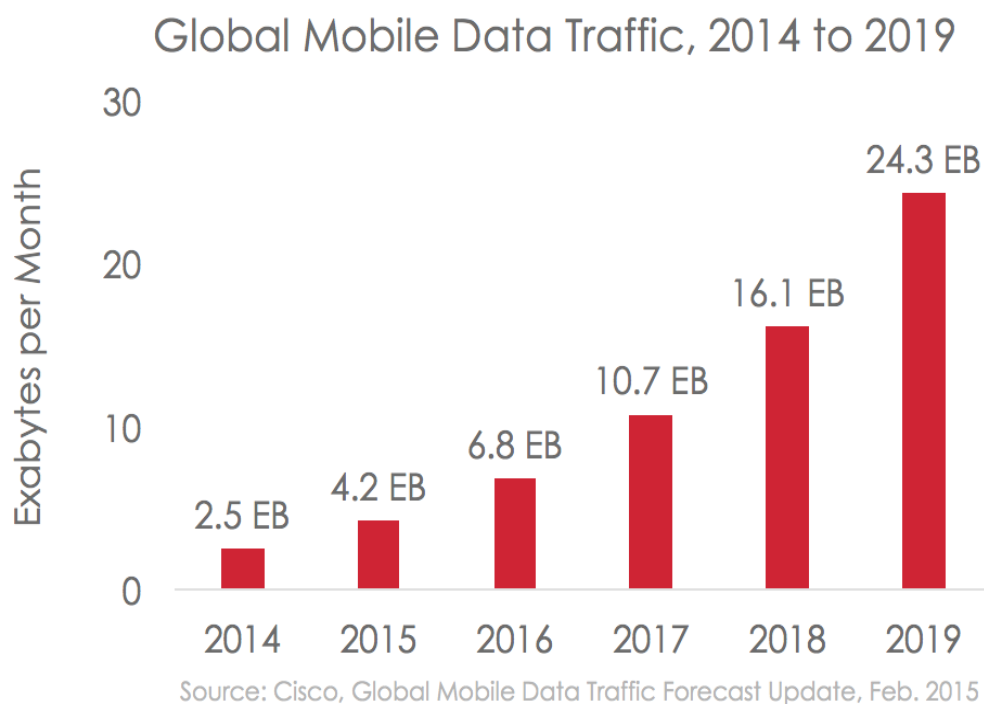
Εικόνα 13 Χρήση smartphone με γνώμονα την ηλικία



Εικόνα 14 Παγκόσμια μεταφορά δεδομένων



Μπορούμε να διακρίνουμε ότι το 2012 την αποκλειστικότητα στη παγκόσμια διακίνηση δεδομένων την είχε κυρίως ο τομέας των ηλεκτρονικών υπολογιστών και ακολουθούσε η τηλεόραση. Από τότε και έπειτα παρατηρούμε μια συνεχή αύξηση στο τομέα των smartphones και tablets και όπως φαίνεται η μεταφορά δεδομένων έως το έτος 2017 σε μονάδες μέτρησης exabytes/μήνα σχεδόν θα τριπλασιαστεί σε σχέση με το 2012 με τις νέες συσκευές να μπαίνουν δυναμικά στο παιχνίδι της τεχνολογίας και του διαδικτύου.



Η παγκόσμια διακίνηση δεδομένων του smartphone αναμένεται να συνεχίσει την ραγδαία άνοδο της κατά τα επόμενα χρόνια. Σύμφωνα μελέτες της Cisco, η κυκλοφορία δεδομένων μέσω smartphone αναμένεται να αυξηθεί από 1,74 exabyte μηνιαίως το 2014 σε περισσότερα από 18 exabyte ανά μήνα το 2019. Η Cisco περαιτέρω εκτιμά ότι τα smartphones θα αντιπροσωπεύουν το 75% της παγκόσμιας κυκλοφορίας δεδομένων μέσω κινητών έως το 2019, από το 69% κατά το παρελθόν έτος.

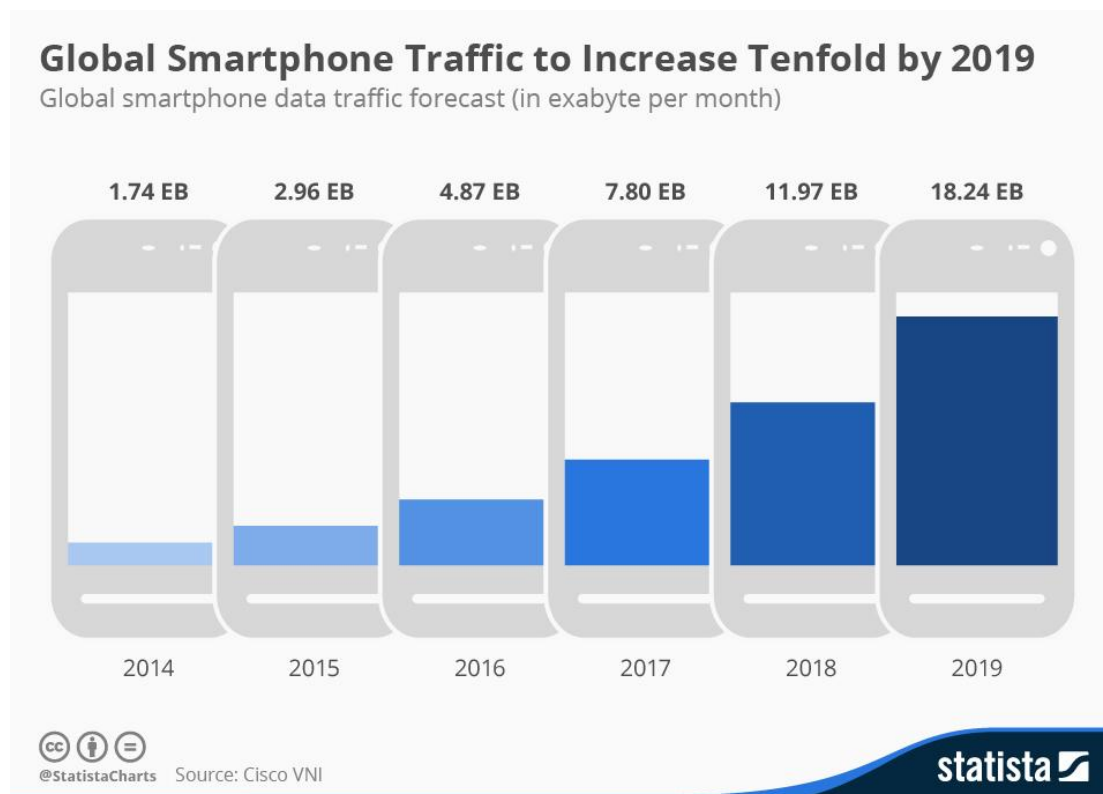
Η αύξηση της κατανάλωσης των δεδομένων μέσω smartphone επηρεάζεται από δύο παράγοντες που λειτουργούν προς την ίδια κατεύθυνση:

1. Τον διαρκώς αυξανόμενο αριθμό των smartphones όσον αφορά τη χρήση και την αύξηση της ατομικής κατανάλωσης δεδομένων. Αυτό οφείλεται κυρίως στο ότι τα δίκτυα κινητής τηλεφωνίας αυξάνονται και βελτιώνονται με ταχύτατους ρυθμούς, ενώ οι χρήστες αναμένεται να προσαρμόσουν τη χρήση τους και να καταναλώνουν πολύμεγάλο αριθμό δεδομένων σε εφαρμογές διαδικτύου, όπως για παράδειγμα βίντεο υψηλής ευκρίνειας, για τα τηλέφωνα. Η μέση χρήση δεδομένων μέσω smartphone θα αγγίξει τα επίπεδα των 4 GB κυκλοφορίας ανά

<sup>9</sup> <https://www.tripmode.ch/wp-content/uploads/2015/04/Global-Mobile-Traffic.png>

μήνα έως το 2019, μια πενταπλάσια αύξηση σε σχέση με τον παγκόσμιο μέσο όρο του προηγούμενου έτους

Εικόνα 16 Πρόβλεψη μεταφοράς δεδομένων μέσω smartphone

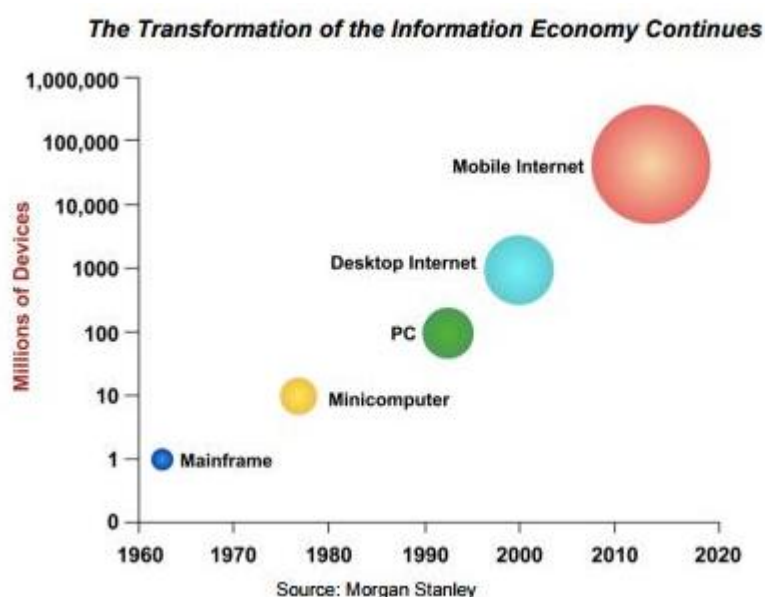


## 2.1.2 Διαχρονική εξέλιξη παγκόσμιας μεταφοράς δεδομένων

Σε όλες τις σύγχρονες και αναπτυγμένες κοινωνίες ένα μεγάλο ποσοστό του ΑΕΠ τους προέρχεται από το κλάδο της τεχνολογίας πληροφοριών. Συγκεκριμένα η αμερικάνικη αγορά έχει έσοδα από αυτό τον κλάδο περίπου στο 1 τρις δολάρια.<sup>10</sup> Αυτό καταλαμβάνει ένα πολύ σημαντικό μερίδιο στην αγορά και συγχρόνως αποφέρει σε αυτήν περι τα διπλάσια έσοδα συγκριτικά με άλλες βιομηχανίες όπως είναι αυτή των αυτοκινητοβιομηχανιών και των μέσων μαζικής μεταφοράς.

<sup>10</sup> eack E. Triplett, The Solow Productivity Paradox: What Do Computers Do to Productivity?,m Canadian Journal of Economics, May 1998 9 xDNet, IGartner upgrades 2013 IT spend to n3.7T,m eanuary 2013

Εικόνα 17 Η εξέλιξη της οικονομίας μέσω της τεχνολογίας πληροφοριών



Αυτές οι γενικές τάσεις προέρχονται μέσα από τη μείωση του κόστους, την αυξανόμενη παγκόσμια ζήτηση τόσο του διαδικτύου όσο και του Cloud και του mobile internet. Το 2013, ο κόσμος κατανάλωσε περί των 3.8 τρισεκατομμύρια δολαρίων τον κλάδο της τεχνολογίας πληροφοριών και επικοινωνιών, τόσο στην αγορά servers και σε εργαλεία δικτύου όσο και στην αγορά λογισμικού και στην υπηρεσία τηλεπικοινωνιών<sup>11</sup>. Όλη αυτήν τη ταχέως αναπτυσσόμενη βιομηχανία είναι απολύτως λογικό να την ακολουθεί και η αυξανόμενη ζήτηση για ενέργεια.

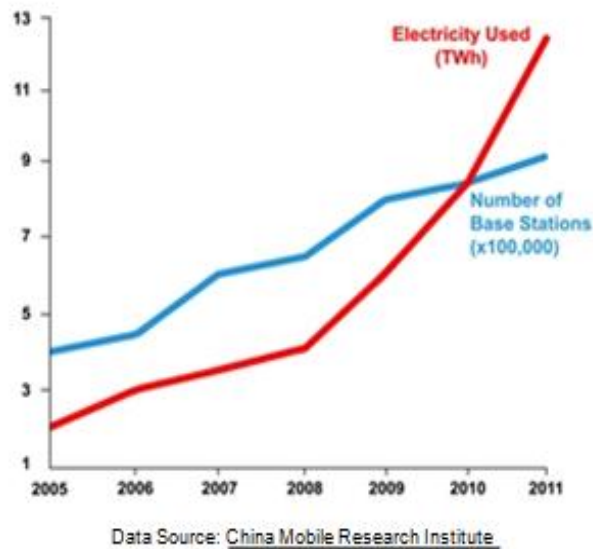
## 2.2 Κατανάλωση ενέργειας

Το αντίκτυπο όλης αυτής της τεχνολογικής ανάπτυξης έχει γίνει εμφανές σε διάφορες κοινωνίες. Ένα πολύ χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η Κίνα όπου οι συνδρομητές του διαδικτύου και ιδίως αυτοί που έχουν να κάνουν με το ασύρματο δίκτυο έχουν διπλασιαστεί με αποτέλεσμα η συνολική κατανάλωση ενέργειας να έχει αυξηθεί με ρυθμό ακόμη μεγαλύτερο από το ρυθμό αύξησης των καταναλωτών.

<sup>11</sup> DOE/EIA, International Energy Outlook, International Energy Agency, Golden Rules; BP, Energy Outlook 2030; and Exxon, The Outlook for Energy 6 EIA, Annual Energy Outlook, December 2012

Εικόνα 18 Ρυθμός ανάπτυξης χρήσης ασύρματου διαδικτύου και κατανάλωσης ενέργειας

#### China Mobile's Energy Consumption & Wireless Base Station Growth

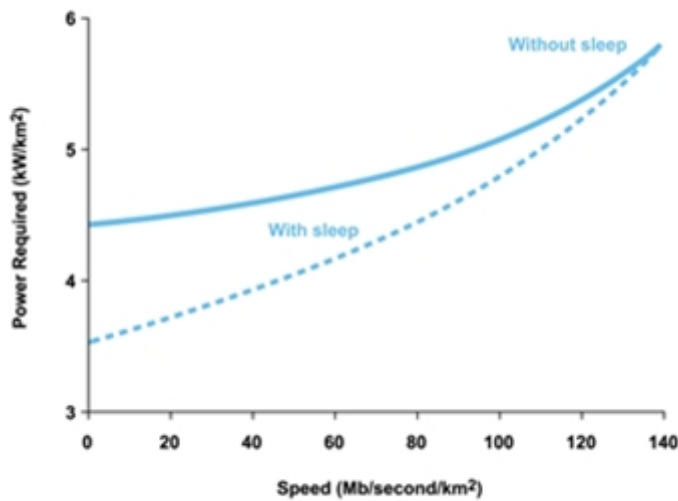


Η Κίνα αποτελεί ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα της επιτακτικής ανάγκης για την εκμετάλλευση νέων πηγών ενέργειας έτσι ώστε να μπορέσει να διατηρηθεί όλο αυτό το τεχνολογικό δίκτυο. Η δημιουργία νέων δικτύων υψηλής ταχύτητας 4G στα οποία έχουν πρόσβαση όλες οι κινητές συσκευές μπορούν να επεξεργάζονται έως και τρεις φορές περισσότερο δεδομένα ανά ώρα ανά εργασία σε σχέση με τις προηγούμενες βραδύτερη δίκτυα 3G, και συνεπώς καταναλώνουν και περισσότερη ενέργεια. Σε σύγκριση με τα δίκτυα 2G, η κατανάλωση ενέργειας των δικτύων 4G είναι 60 φορές μεγαλύτερο έτσι ώστε να προσφέρουν την ίδια κάλυψη διαδικτύου<sup>12</sup>.

<sup>12</sup> Abdulkafi et al, Energy Efficiency of Heterogeneous Cellular Networks: A Review, Journal of Applied Sciences, 2012

Εικόνα 19 Ενεργειακή ανάγκη αναλογικά με τη ταχύτητα δικτύου

### The Power Cost of Cellular Speed on High-Speed LTE Networks



Data Source: [Energy Aware Radio and neTwork technologies](#)  
are proposing implementing "sleep" mode software to reduce base-station energy use when traffic us

Η παγκόσμια δραστηριότητα μέσω Διαδικτύου γίνεται πλέον πολύ αποτελεσματικά και άμεσα μέσω των κινητών συσκευών. Η μεταστροφή προς την ασύρματη σύνδεση του Internet λαμβάνει χώρα ταχύτερα στις αναδυόμενες αγορές, απ ότι οπουδήποτε αλλού<sup>13</sup>. Η ίδια ποσότητα δεδομένων που μεταφέρονται μέσω ασύρματου δικτύου οδηγεί σε πολύ μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας από ό, τι όταν μεταφέρονται μέσω οπτικών ινών. Η μεταφορά δεδομένων κινητής τηλεφωνίας διπλασιάστηκε σε σχέση με παρελθόν και προβλέπεται να αυξηθεί κατά 10 φορές μέσα στα επόμενα 5 χρόνια<sup>14</sup>.

Η παγκόσμια μεταφορά δεδομένων μέσω κινητών δικτύων αναπτύσσεται με πρωτοφανείς ρυθμούς, αναμένεται να αυξηθεί από το σημερινό 20 έως και πάνω από 150 exabytes το χρόνο μέσα σε μια δεκαετία. Ενώ παράλληλα η χρήση των δικτύων ενέργειας σήμερα κυμαίνεται από 1.5 σε πάνω από 15 kWh/qGB της κυκλοφορίας<sup>15</sup>, για το λόγο αυτό το συνολικό δίκτυο ενεργειακής απόδοσης θα πρέπει να βελτιωθεί σχεδόν

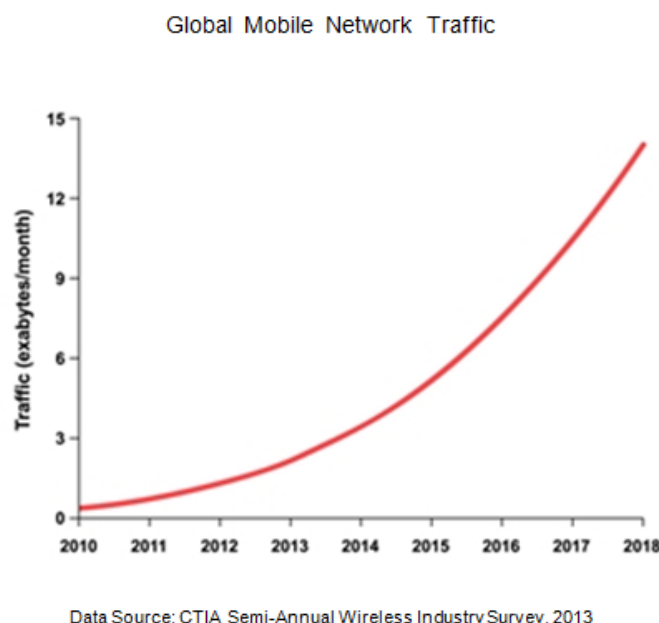
<sup>13</sup>OECD, Broadband statistics update, 7 February 2013

<sup>14</sup>Ericsson, Mobility Report LTE and smartphone uptake drives video traffic growth, eun 3, 2013

<sup>15</sup>19 kWh/qGB per AT Kearney for GSMA, The Mobile Economy 2013, v2 kWh/qGB per CEET, The Power of Wireless Cloud, April 2013 48 Förster, et al

10 φορές μέσα στα επόμενα πέντε χρόνια για να κρατήσει τη συνολική χρήση ενέργειας του συστήματος σε σταθερά επίπεδα και να μην αυξηθεί κατακόρυφα.

Εικόνα 20 Παγκόσμια μεταφορά δεδομένων



Σύμφωνα με τις προβλέψεις των ειδικών τα μηνύματα είναι δυσσώβια για το μέλλον όσον αφορά τη παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας που έχει να κάνει με το διαδίκτυο και τις "έξυπνες συσκευές" και για το λόγο αυτό πρέπει να υπάρξουν άμεσα λύσεις σε αυτό το τομέας. Όπως δείχνει και το παρακάτω διάγραμμα η κατανάλωση ενέργειας από τη χρήση διαδικτύου έως το έτος 2025 αναμένεται να φτάσει σε επίπεδο τη συνολική παγκόσμια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας<sup>16</sup>.

Ο αριθμός των ετησίως παράγομένων smartphones αναμένεται να αυξηθεί μεταξύ των ετών 2010 και 2030 από περίπου 350 εκατομμύρια σε περίπου 3.000 εκατομμύρια μονάδες. Ομοίως για τα tablet, η αντίστοιχη αύξηση προβλέπεται να είναι από 50 έως 560 εκατομμύρια μονάδες. Η παραγωγή των απλών κινητών τηλεφώνων, έχοντας λιγότερες λειτουργίες από smartphones, θα μειωθεί από 1.200 σε 350 εκατομμύρια μονάδες μεταξύ 2010 και 2030 ενώ η κατασκευή ευρυζωνικών μόντεμ θα αυξηθεί από 100 – 900 εκατομμύρια.

<sup>16</sup> EETimes, AMD uses low-power clock IP, m 2012



# Κεφάλαιο 3

## Ανάλυση μεθόδων έρευνας

### 3.1 Κινητή συσκευή

Αρχικά για να μπορέσουμε να συγκρίνουμε τις μετρήσεις και να προβούμε στην ανάλυση και την εξαγωγή ασφαλών αποτελεσμάτων έπρεπε να έχουμε ένα μέτρο σύγκρισης των διαφόρων δεδομένων. Για το λόγο αυτό μέσω μιας κινητής συσκευής λογισμικού android κάναμε χρήση διαφόρων κινητών εφαρμογών όπως για παράδειγμα skype, mtorrent, youtube, facebook και κάποιων άλλων εφαρμογών που έχουν πρόσβαση στο διαδίκτυο και εν συνεχεία μέσω διαφόρων εφαρμογών που καταγράφουν τη χρήση των πόρων του κινητού όπως είναι για παράδειγμα το system monitor, performance tool κλπ.

Οι διάφορες μετρήσεις εστίασαν κυρίως στη χρήση CPU, RAM, download time και energy consumption του κινητού καθώς αυτό εκτελούσε τις διάφορες εφαρμογές. Συγκεκριμένα υπήρξαν διάφορες διαβαθμίσεις κατά τη χρήση των διάφορων εφαρμογών, αρχικά έγινε καταγραφή δεδομένων όταν μία εφαρμογή εκτελούσε κάποια εργασία στο διαδίκτυο όπως το youtube το οποίο χρησιμοποιείται online για τη προβολή κάποιου βίντεο, εν συνεχεία μέσω της εφαρμογής mtorrent εκτελέστηκε κατέβασμα διαφόρων αρχείων και έγινε η καταγραφή των διαφόρων μετρήσεων και κυρίως στο execution time τις συγκεκριμένης ενέργειας. Τέλος, έγινε η καταγραφή των μετρήσεων και της αποστολής δεδομένων κατά τη διάρκεια συνομιλίας και κλήσης μέσω skype.

Κατά τη διάρκεια της έρευνας μας κάναμε διάφορα πειράματα και μετρήσεις αναφορικά με τη λήψη δεδομένων μέσω κινητής συσκευής και το αντίκτυπο που θα έχει όσον αφορά τη κατανάλωση ενέργειας.

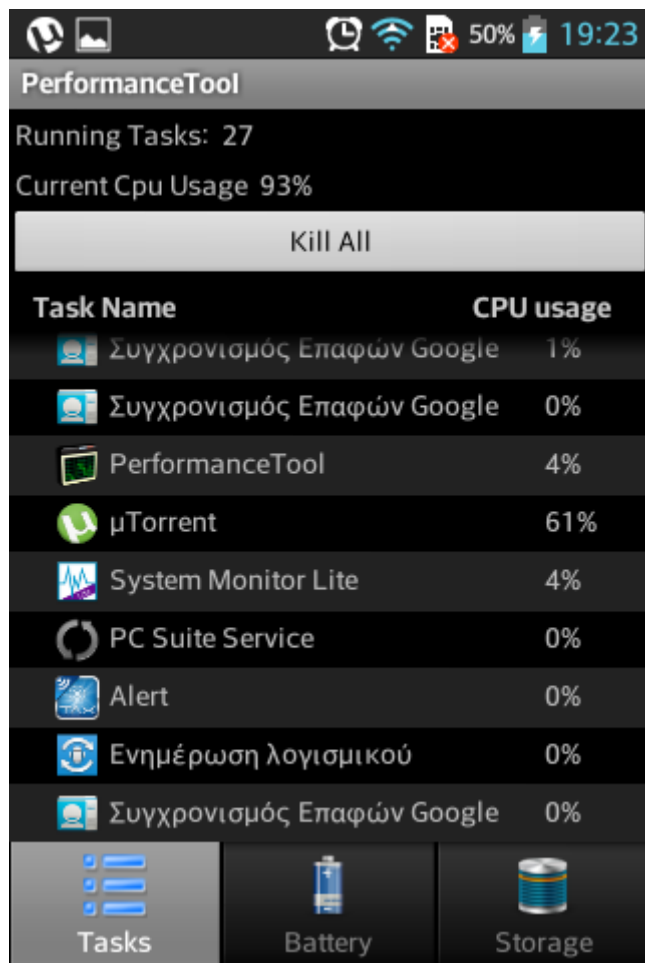
Ας δούμε για παράδειγμα τη δοκιμή της λήψης ενός αρχείου περίπου 110 MB.

Εικόνα 21 Λήψη αρχείου μέσω μtorrent



Κατά τη διάρκεια λήψης του αρχείου καταγράψαμε διάφορες μετρήσεις. Παρατηρούμε ότι η μέση κατανάλωση ενέργειας του κινητού αυξήθηκε σε 13.1% από τα χαμηλά επίπεδα που κυμαινόταν σε 1%-5% σε κατάσταση αδράνειας. Στην εικόνα 14 βλέπουμε το ποσοστό δέσμευσης του επεξεργαστή του κινητού από την εφαρμογή mtorrent το οποίο είναι της τάξεως του 61% ποσοστό πολύ μεγάλο σε σχέση με τις άλλες διεργασίες του κινητού προκαλώντας μεγάλα ποσοστά κατανάλωσης ενέργειας του κινητού.

Εικόνα 22 Χρήση επεξεργαστή



### 3.2 VMware workstation

Το VMware workstation αποτελεί μία πλατφόρμα κατασκευασμένη για προγραμματιστές οι οποίοι ασχολούνται με την υλοποίηση εφαρμογών για android κινητά καθώς επίσης και για τη δημιουργία android emulator σε περιβάλλον ηλεκτρονικού υπολογιστή. Με τη χρήση του συγκεκριμένου προγράμματος κατασκευάστηκε ουσιαστικά μία εικονική κινητή συσκευή η οποία λειτουργεί με τη χρήση διαφόρων λογισμικών android όπως για παράδειγμα του KitKat x 86 android 4.4.2 που χρησιμοποιήθηκε και στη διπλωματική εργασία ή επίσης του Lollipop x 86 android 5.0.1 τα οποία περιέχουν τις τελευταίες βελτιώσεις της εταιρίας λογισμικού Android.

Μέσω της συγκεκριμένης εικονικής συσκευής εκτελέστηκαν παρόμοιες διεργασίες(skype, μtorrent, facebook κλπ) όπως και στην κινητή συσκευή για να μπορούμε να έχουμε όσο το δυνατόν πιο αξιόπιστα και ασφαλή αποτελέσματα και για να μπορούμε να συγκρίνουμε τις μετρήσεις ανάμεσα σε όμοια αντικείμενα.

### **3.3 VM VirtualBox**

Το VM Virtualbox αποτελεί μία δεύτερη μέθοδο android emulator παρόμοια με τη προηγούμενη που περιγράψαμε. Στο συγκεκριμένο πρόγραμμα δημιουργήθηκε μια εικονική κινητή συσκευή και συγχρόνως έγινε η εγκατάσταση του λογισμικού android 4.4 kitkat. Οι κινητές εφαρμογές που εκτελέστηκαν ήταν οι ίδιες με τις άλλες δύο μεθόδους για το προφανή λόγο έτσι ώστε να μπορούμε να συγκρίνουμε τις μετρήσεις και παρατηρήθηκε όπως θα αναφερθεί και στη συνέχεια ότι ο χρόνος πρόσβασης και χρήσης των εφαρμογών του VM Virtual box είναι συντομότερος από τις άλλες μεθόδους.

### **3.4 Συγκριτικά αποτελέσματα των διαφόρων μεθόδων**

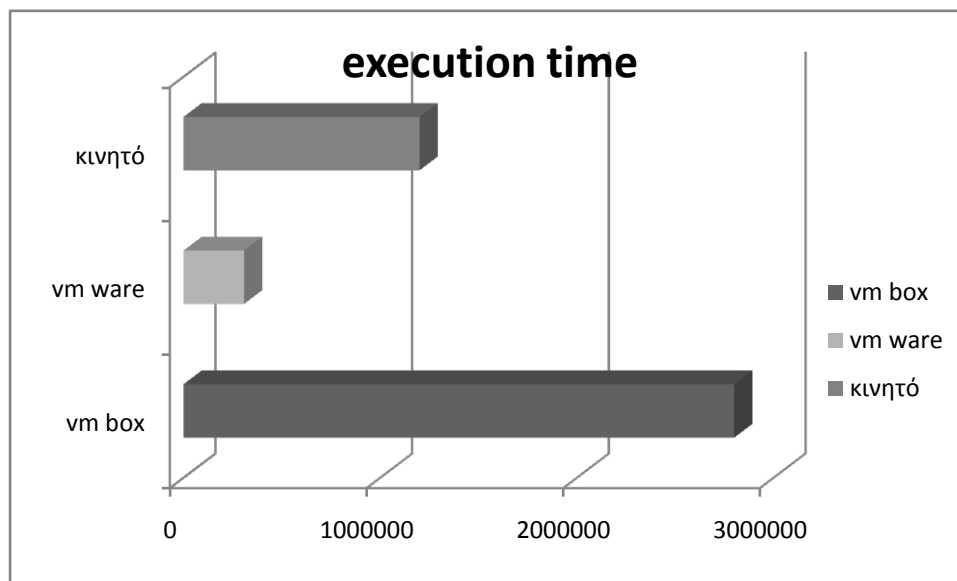
Μέσα από τις παραπάνω μετρήσεις προκύψανε διάφορα αριθμητικά δεδομένα μέσω των οποίων μπορούμε να οδηγηθούμε σε κάποια ασφαλή συμπεράσματα τα οποία τα είχαμε θέσει σαν τον αρχικό στόχο και θα μας βοηθήσουν μελλοντικά στην επιτυχημένη εκφόρτωση των κινητών συσκευών και στην ουσιώδη εξοικονόμηση ενέργειας μέσω των εικονικών συσκευών.

Τα δεδομένα τα οποία θα συγκρίνουμε έχουν να κάνουν με τις κινητές εφαρμογές skype και μtorrent και συγκριμένα με το κατέβασμα ενός τραγουδιού μεγέθους 531MB ενώ στην εφαρμογή του skype κατά τη διάρκεια της συνομιλίας έγινε η καταγραφή των διαφόρων αριθμητικών δεδομένων και πόσο επιβαρύνουν την αντίστοιχη συσκευή-λογισμικό.

### 3.4.1 μTorrent

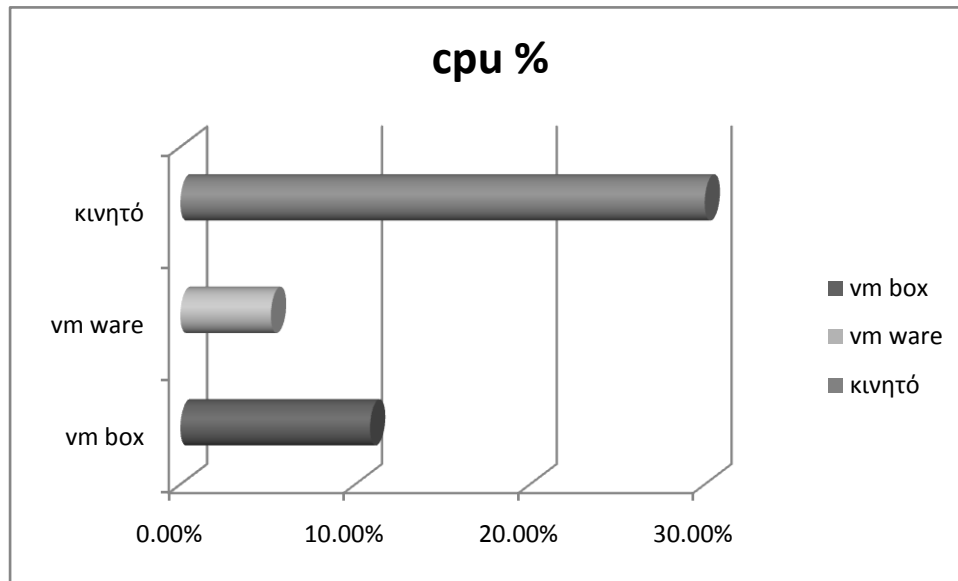
Όπως προαναφέρθηκε μέσω της εφαρμογής μtorrent διενεργήθηκε το κατέβασμα ενός αρχείου μεγέθους 531MB. Η συγκεκριμένη ενέργεια διενεργήθηκε και με τις τρεις μεθόδους και επαναλήφθηκε 50 φορές για να λάβουμε ασφαλή συμπεράσματα 1)κινητή συσκευή, 2)VMware workastation, 3)VM VirtualBox. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων τοποθετήθηκαν σε διαγράμματα ούτως ώστε να είναι εύκολη και προσιτή η σύγκριση δεδομένων μεταξύ τους.

Εικόνα 23 Execution time του αρχείου 531MB μέσω μtorrent χρησιμοποιώντας και τις τρεις μεθόδους



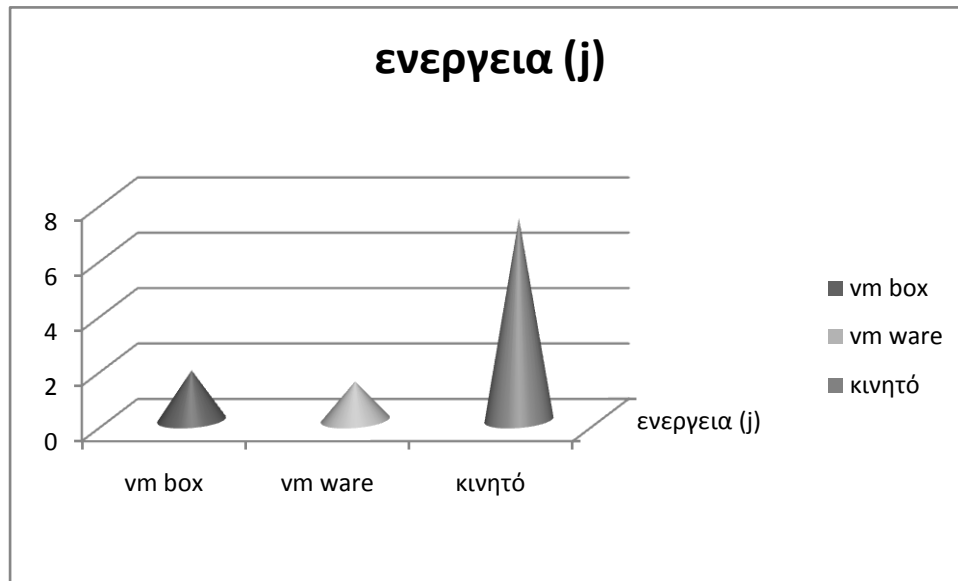
Στο διάγραμμα 2.1 συγκρίνουμε το χρόνο εκτέλεσης του συγκεκριμένου αρχείου μέσω του μtorrent δηλαδή το χρόνο που χρειάζεται η κάθε εφαρμογή για να κατεβεί το αρχείο από το διαδίκτυο στο κάθε λογισμικό. Η μονάδα μέτρησης είναι b/sec. Όπως φαίνεται το execution time του VMbox είναι σχεδόν το διπλάσιο από τη κινητή συσκευή και ακόμη μεγαλύτερο από το VMware και αποτελεί το μέσο όρο των 50 μετρήσεων.

Εικόνα 24 Στο συγκεκριμένο διάγραμμα φαίνεται η χρήση CPU% από τις τρεις μεθόδους



Όπως φαίνεται η χρήση CPU% είναι πολύ μεγαλύτερη από τη κινητή συσκευή κατά την εκτέλεση της εφαρμογής σε σχέση με VMbox όπου έρχεται δεύτερο και με VMware που έχει τη μικρότερη επιβάρυνση. Όπως παρατηρούμε ο επεξεργαστής του κινητού δεσμεύεται σε πολύ μεγαλύτερο ποσοστό κατά τη διάρκεια λήψης του αρχείου σε σύγκριση με τις άλλες δύο μεθόδους μολονότι κατέχει και μικρότερο χρόνο εκτέλεσης της διεργασίας σε σχέση με το VMbox το οποίο μας αποκαλύπτει το μέγεθος του προβλήματος της χρήσης του κινητού. Η εφαρμογή VMware έχει το μικρότερο χρόνο εκτέλεσης της διεργασίας και επομένως τη μικρότερη δέσμευση CPU% σε σχέση με το κινητό κάτι το οποίο ήταν αναμενόμενο λόγω των μετρήσεων. Όσον αφορά την εφαρμογή του VMbox η οποία συγκριτικά με τη ταχύτητα λήψης αρχείου του κινητού ήταν σχεδόν διπλάσια αλλά η χρήση CPU% ήταν μικρότερη από αυτή του κινητού, συνειδητοποιούμε ότι το πρόβλημα είναι η συσκευή στην οποία λαμβάνει χώρα η διεργασία και στη περίπτωση μας το κινητό.

Εικόνα 25 Μέτρηση κατανάλωσης ενέργειας από κάθε συσκευή

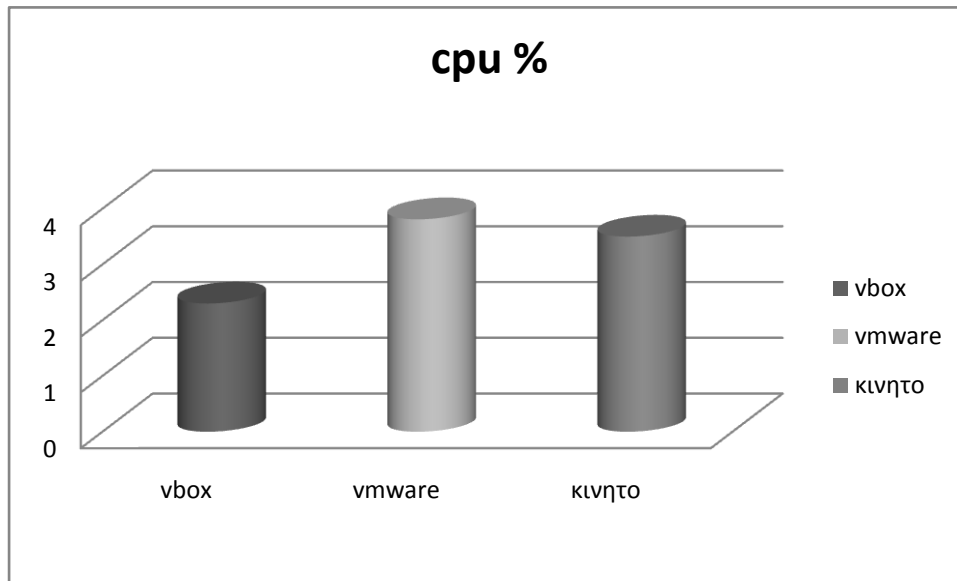


Επόμενο βήμα της έρευνας μας ήταν η μέτρηση κατανάλωσης ενέργειας κατά τη λήψη του αρχείου μέσω των τριών μεθόδων. Η κατανάλωση ενέργειας του κινητού καταγράφηκε μέσω διαφόρων εφαρμογών καταγραφής επιδόσεων ενώ των εφαρμογών VMbox και VMware μέσω μιας εφαρμογής συμβατή με τον ηλεκτρονικό υπολογιστή η οποία καταγράφει τη κατανάλωση ενέργειας των διαφόρων εφαρμογών καθ' όλη τη διάρκεια της χρήσης τους. Στο διάγραμμα 2.3 απεικονίζεται η κατανάλωση ενέργειας της κάθε συσκευής κατά τη διάρκεια εκτέλεσης του torrent όσο διαρκεί η λήψη του συγκεκριμένου αρχείου. Όπως φαίνεται τη μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας την έχει η κινητή συσκευή κάτι το οποίο ήταν αναμενόμενο λόγω και τον προηγούμενων δύο μετρήσεων. Στη περίπτωση του κινητού ο συνδυασμός χρόνου εκτέλεσης της διεργασίας και της χρήσης του επεξεργαστεί οδηγεί στην αυξημένη κατανάλωση ενέργειας σε σχέση με τις άλλες δύο εφαρμογές VMbox και VMware οι οποίες έχουν περίπου το ένα τρίτο της κατανάλωσης ενέργειας σε σχέση με αυτή του κινητού..

### 3.4.2 Skype

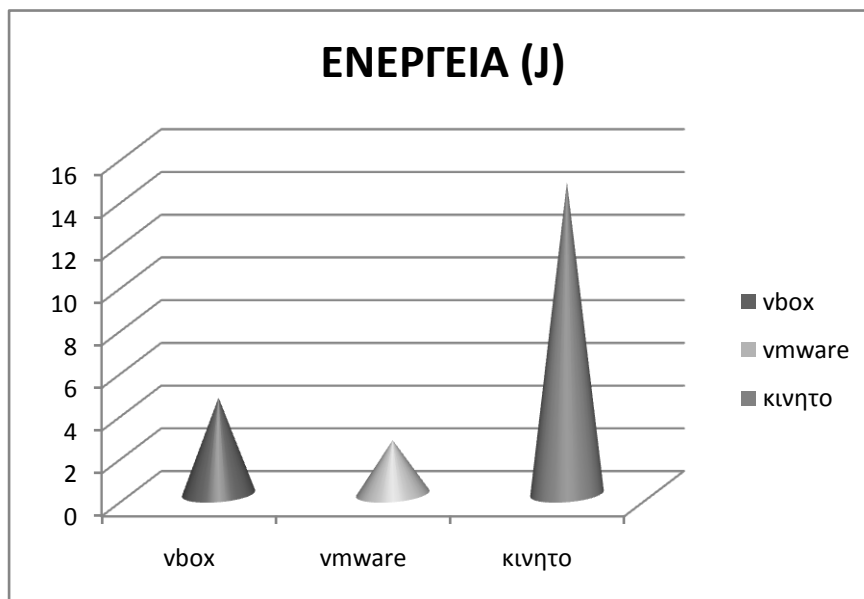
Η ευρέως διαδεδομένη εφαρμογή παγκοσμίως, skype, εγκαταστάθηκε και στα τρία λειτουργικά για να μπορέσουμε να αντλήσουμε δεδομένα μέσω τις online επικοινωνίας των διαφόρων συσκευών κατά τη διάρκεια επικοινωνίας με κάποιον τρίτο. Οι διάφορες μετρήσεις δείξαν τα εξής:

Εικόνα 26 Χρήση CPU%



Κατά τη διάρκεια συνομιλίας μέσω Skype με κάποιον τρίτο μπορούμε να στέλνουμε πληροφορίες όπως κείμενο, εικόνες και βίντεο. Καθ' όλη τη διάρκεια των συνομιλιών χρησιμοποιήθηκαν όλοι οι πιθανοί μέθοδοι επικοινωνίας και όπως φαίνεται στην εικόνα 16 η χρήση CPU% του VMware και της κινητής συσκευής είναι σχεδόν στα ίδια ποσοστά σε αντίθεση με το Vbox με το οποίο διαφέρουν κατά πολύ και το οποίο είναι σχεδόν υποδιπλάσιο σε σύγκριση με αυτά.

Εικόνα 27 Κατανάλωση ενέργειας σε joule





Στη συνέχεια αφού καταγράφηκαν οι μετρήσεις των τριών εφαρμογών σε επίπεδο CPU% έγινε και η μελέτη και καταγραφή κατανάλωσης ενέργειας κατά τη διάρκεια χρήσης της εφαρμογής skype από τις τρεις εφαρμογές. Όπως παρατηρούμε στην εικόνα 17, η χρήση της συγκεκριμένης εφαρμογής μέσω της κινητής συσκευής έχει τη μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας, κάτι το απολύτως φυσιολογικό διότι και μέσω της μέτρησης της χρήσης CPU% η κινητή συσκευή είχε από τα υψηλότερα ποσοστά χρήσης της εφαρμογής. Συγκριτικά με τη κατανάλωση ενέργειας των άλλων δύο εφαρμογών παρατηρούμε ότι τόσο το Vbox όσο και το VMware έχουν ελάχιστα ποσά κατανάλωσης σε σχέση με τη κινητή συσκευή η οποία έχει περίπου πέντε με έξι φορές περισσότερη.

### **3.4.3 Ravello systems**

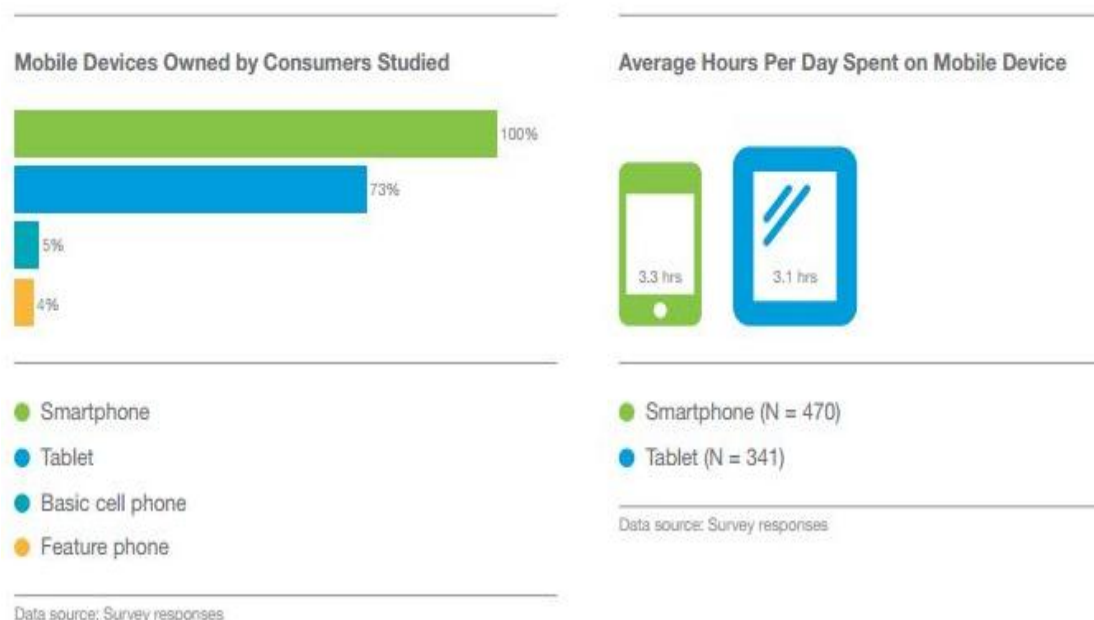
Η πλατφόρμα Ravello αποτελεί μια online εφαρμογή η οποία αφού κάνεις εγγραφή σαν χρήστης έχεις το δικαίωμα να δημιουργήσεις μια εικονική συσκευή σε ένα περιβάλλον cloud και ανα πάσα στιγμή να έχεις πρόσβαση μέσω διαδικτύου σε αυτή την εικονική συσκευή. Στην έρευνα που υλοποιήθηκε κατά τη διάρκεια της διπλωματικής κατασκευάστηκε η συγκεκριμένη εικονική συσκευή σε περιβάλλον cloud με επιτυχία. Εν συνεχεία μέσα από κάποιον τυχαίο υπολογιστή επιχειρήθηκε η είσοδος στη συγκεκριμένη εφαρμογή με επιτυχία. Το επόμενο βήμα ήταν η χρήση της εικονικής συσκευής android μέσω cloud αλλά μέσα από μη συμβατό λειτουργικό και συσκευή android το οποίο είναι το λειτουργικό ios. Η προσπάθεια στέφθηκε με επιτυχία καθώς επετεύχθη η είσοδος στη συγκεκριμένη εφαρμογή μέσω cloud. Λόγω όμως έλλειψης χρόνου δεν πραγματοποιήθηκαν οι κατάλληλες μετρήσεις έτσι ώστε να έχουμε συγκριτικά αποτελέσματα σε σχέση με τις άλλες εφαρμογές.

### **3.4.4 Κατανάλωση ενέργειας κινητών συσκευών**

Κατά τη διάρκεια της ημέρας οι διάφοροι χρήστες των κινητών συσκευών (smarthones, tablet), έχουν πρόσβαση στο διαδίκτυο αρκετές φορές και για αρκετή διάρκεια. Σε μία προσπάθεια καταγραφής της κατανάλωσης ενέργειας των συσκευών πρέπει να προβούμε σε διαχωρισμό της χρηστών και να εντοπίσουμε ποιες ώρες τις ημέρας υπάρχει αυξημένη κίνηση στο διαδίκτυο και βάση ποιων χρηστών. Σε μία πρόσφατη έρευνα διαπιστώθηκε ότι το 100% του δείγματος είχε στη κατοχή του κινητή συσκευή τύπου smartphone και σε μικρότερο ποσοστό όλα τα υπόλοιπα. Μέσα από την έρευνα

επίσης διαπιστώθηκε ότι ο μέσος χρόνος των συσκευών smartphone είναι 3,3 ώρες ενώ των αντίστοιχων tablet 3,1 ώρες.

Εικόνα 28 Είδος κινητής συσκευής και μέσος χρόνος χρήσης την ημέρα<sup>17</sup>



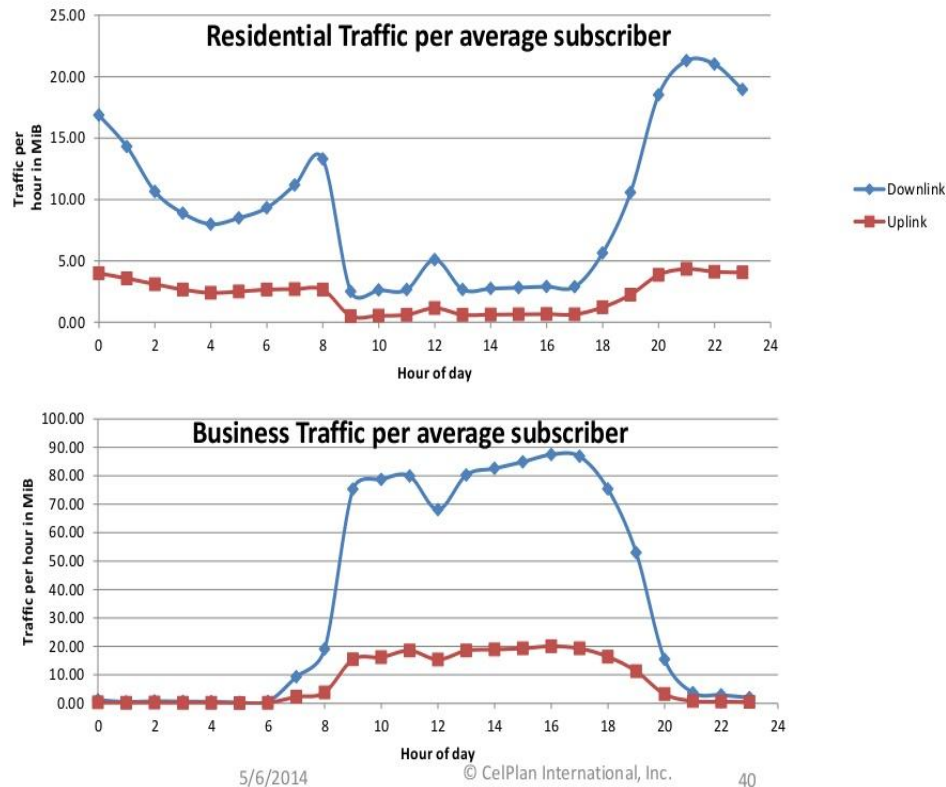
Όπως μπορούμε να διακρίνουμε στο διάγραμμα 12 που ακολουθεί οι χρήστες έχουν διακριθεί σε οικιακής χρήσης και επαγγελματικής και τη συχνότητα με την οποία εισέρχονται στο διαδίκτυο και κάνουν χρήση αυτού. Τις ώρες 00:00-08:00 και 17:00-23:00 η οικιακή χρήση διαδικτύου είναι αυξημένη κάτι το απολύτως λογικό λόγω το ότι εκείνο το διάστημα δεν εργάζονται οι διάφοροι χρήστες και αυτό έρχεται να το επιβεβαιώσει η δεύτερη καμπύλη που έχει να κάνει με την επαγγελματική χρήση διαδικτύου όπου είναι αυξημένη κατά το διάστημα 08:00-18:00 όπου και ξεκινάει να φθίνει η καμπύλη λόγω του πέρασ του ωραρίου εργασίας. Όπως διακρίνουμε στο διάγραμμα η χρήση και μεταφορά δεδομένων μέσω διαδικτύου είναι περίπου τετραπλάσιο στο χώρο εργασίας δεδομένου ότι έχουμε περίπου 80MB την ώρα μεταφορά δεδομένων σε σχέση με τη μέση τιμή των 15MB την ώρα που προέρχεται από οικιακή χρήση.

<sup>17</sup><https://www.exacttarget.com/sites/exacttarget/files/deliverables/etmc-2014mobilebehaviorreport.pdf>

## Temporal Traffic Distribution



- Different hours of the day can be simulated by applying hourly factors



Λαμβάνοντας υπόψη τη παραπάνω μελέτη μπορούμε να καταλήξουμε σε ένα μέσο όρο μεταφοράς δεδομένων του διαδικτύου από το κάθε χρήστη ανα ώρα και ανα μέρα. Συλλέγοντας τα δεδομένα και από τις δύο γραφικές καταλήγουμε σε μία μέση ωριαία κατανάλωση ανα χρήστη περί των 48MB και μέσω του διαγράμματος 11 βλέπουμε πως ο μέσος χρόνος χρήσης του smartphone την ημέρα υπολογίζεται περί των 3,3 ωρών πράγμα που σημαίνει ότι τα συνολικά MB ανα χρήστη κυμαίνονται στα 158,40MB την ημέρα. Στη συνέχεια μέσω των γραφικών και των αριθμητικών δεδομένων που διεξήχθησαν στην έρευνα μας καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι η μέση κατανάλωση ενέργειας μιας συσκευής smartphone κατά τη διάρκεια μεταφοράς δεδομένων μέσω διαδικτύου καταναλώνει περίπου 10 j/sec που ανάγεται σε 36000 j/hr. Άρα αν λάβουμε

<sup>18</sup> <http://www.slideshare.net/althafhussain1023/how-to-dimension-user-traffic-in-lte>

υπόψη τη μέση διάρκεια χρήσης την ημέρα ενός smartphone για περιήγηση στο διαδίκτυο που είναι 3,3 ώρες ή 158,40MB η κατανάλωση ανέρχεται σε 118000 j το οποίο αποτελεί 0,0328 kWh την ημέρα ανά χρήστη. Αν υπολογίσουμε ότι η ετήσια μεταφορά δεδομένων στο διαδίκτυο κατά το έτος 2015 ήταν 4,2 exabytes =  $4,2 \times 10^{12}$  MB έχουμε ένα σύνολο κατανάλωσης ενέργειας το  $(4,2 \times 10^{12} \text{ MB} * 0,0328 \text{ kWh})/158.40\text{MB} = 869.400.000,00 \text{ kWh}$  το οποία κατά τα έτη 2016-2019 αναμένεται να εξαπλασιαστεί και να φτάσει σε κατανάλωση τα 5.216.400.000 kWh.

Με τη βοήθεια των δεδομένων των διαγραμμάτων της εικόνας 19 μπορέσαμε κ αντλήσαμε πληροφορίες σχετικές με τη κατανάλωση ενέργειας ανά ώρα της ημέρας και ανά χρήστη οι οποίες έχουν χωριστεί σε κατηγορίες σε οικιακό περιβάλλον και σε επαγγελματικό που είναι και τα βασικά που μας απασχολούν. Στις εικόνες 20-21 διακρίνουμε την ανά ώρα κατανάλωση ενέργειας σε μονάδες joule σε τρεις διαφορετικές περιπτώσεις:

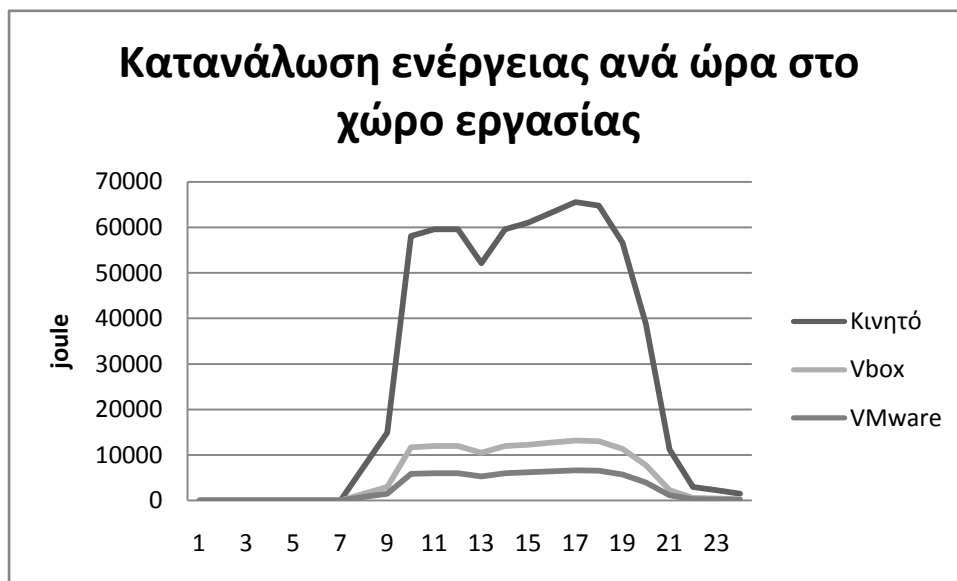
- i. Χρήση κινητού
- ii. Εκφόρτωση κινητών εφαρμογών με τη δημιουργία κλώνου μέσω της πλατφόρμας vbox
- iii. Εκφόρτωση κινητών εφαρμογών με τη δημιουργία κλώνου μέσω της πλατφόρμας VMware workstation

Η αναλογία η οποία ισχύει να είναι  $1 \text{ kWh} = 3600000 \text{ j}$ . Οι ώρες αιχμής όπως προαναφέραμε είναι στην οικιακή χρήση κυρίως οι πρωινές και βραδυνές ενώ στη επαγγελματική χρήση οι μεσημβρινές ώρες όπου οι περισσότεροι βρίσκονται στο χώρο εργασίας τους.

Εικόνα 30 Οικιακή Κατανάλωση Ενέργειας ανα Ώρα



Εικόνα 31 Κατανάλωση Ενέργειας ανα Ώρα στο Χώρο Εργασίας

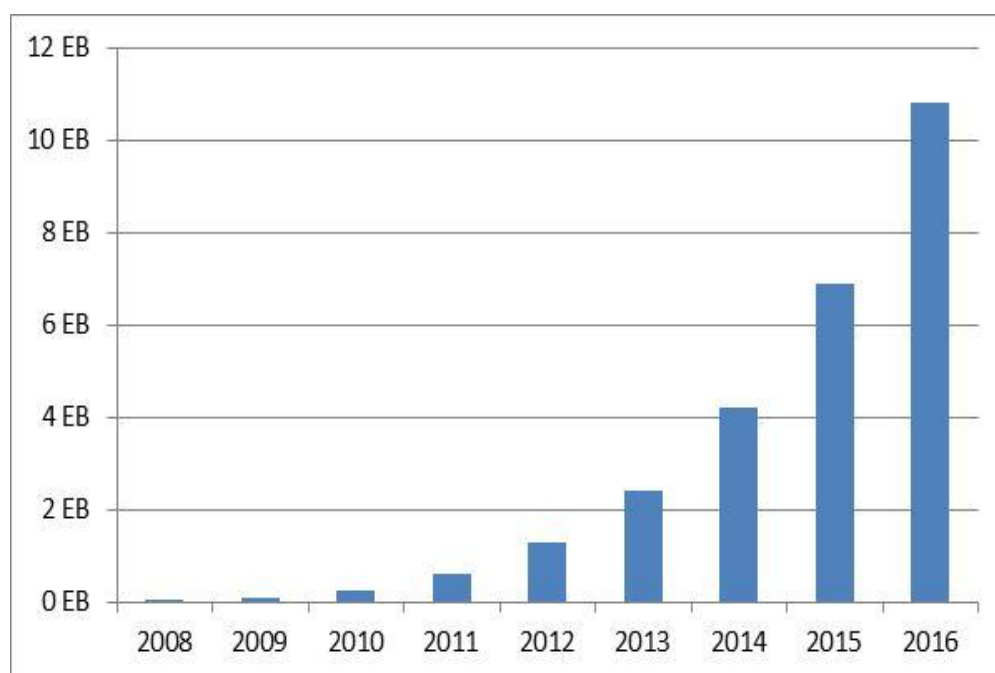


Στα παραπάνω διαγράμματα διακρίνουμε τη κατανάλωση ενέργειας μέσω της εκφόρτωσης των διαφόρων εφαρμογών από τις κινητές συσκευές στα αντίστοιχα λειτουργικά νbox και vniware τα οποία χρησιμεύουν στη δημιουργία και χρήση εικονικών συσκευών και κλώνων android και εγκατάσταση τους σε έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή για την αποσυμφόρηση και καλύτερη λειτουργία των κινητών συσκευών. Στις εικόνες 20-21 εκφορτώνοντας τις κινητές εφαρμογές σε λειτουργικό τύπου νbox διακρίνουμε τόσο σε οικιακή χρήση όσο και στον χώρο εργασίας το κατά πόσο μπορούμε να εξοικονομήσουμε ενέργεια κατά τη χρήση και μεταφορά δεδομένων μέσω διαδικτύου σε σχέση με τις κινητές συσκευές και αυτό διότι με τη χρήση του νbox η κατανάλωση ενέργειας ανά δευτερόλεπτο είναι της τάξεως των 2 j/sec σε σχέση με το κινητό που αντιστοιχεί σε 10 j/sec, έχουμε δηλαδή πέντε φορές λιγότερη κατανάλωση ενέργειας. Ανάλογα και ποιο θεαματικά συμπεράσματα έχουμε μέσω της εφαρμογής VMware για την εκφόρτωση των κινητών συσκευών, διότι αντίστοιχα η κατανάλωση ενέργειας μέσω της χρήσης του VMware μειώνεται σε 1 j/sec με ακόμη μεγαλύτερη μείωση στη κατανάλωση ενέργειας σε σχέση ακόμη και με τη χρήση της εφαρμογής νbox. Καταλήγουμε λοιπόν στο συμπέρασμα ότι είτε μέσω της χρήσης της εφαρμογής νbox είτε μέσω του vniware τα ποσά εξοικονόμησης ενέργειας και τα οφέλη τόσο σε τοπικό επίπεδο όσο και σε παγκόσμια θα είναι τεράστια, πράγμα που σημαίνει ότι η εκφόρτωση κινητών εφαρμογών πρέπει να αντιμετωπισθεί με σοβαρότητα και λεπτομερώς μελλοντικά για να επιτύχουμε τα επιθυμητά αποτελέσματα.

### **3.4.5 Εξοικονόμηση ενέργειας μέσω της εκφόρτωσης κινητών συσκευών.**

Όπως φαίνεται στο διάγραμμα της εικόνας 22 η παγκόσμια διαχείριση και μεταφορά δεδομένων μέσω κινητών συσκευών έχει πολλαπλασιαστεί αρκετές φορές σε σχέση με τα επίπεδα του 2008 που όπως φαίνεται ήταν στα όρια του 0,1 exabytes. Βαση των προβλέψεων η κατανάλωση ενέργειας έως το έτος 2019 αναμένεται να κυμανθεί στο ύψος του 5.216.400.000 kWh. Με τη βοήθεια των διαγραμμάτων και των αριθμητικών δεδομένων των εικόνων 15 και 17 μπορούμε να καταλήξουμε στο συμπέρασμα ότι με τη χρήση εικονικών συσκευών και μέσω της εκφόρτωσης των κινητών εφαρμογών σε αυτές θα εξοικονομήσουμε σε βάθος χρόνου πολύ σημαντικά ποσά ενέργειας που θα μπορέσουμε να τα διοχετεύσουμε κάπου αλλού.

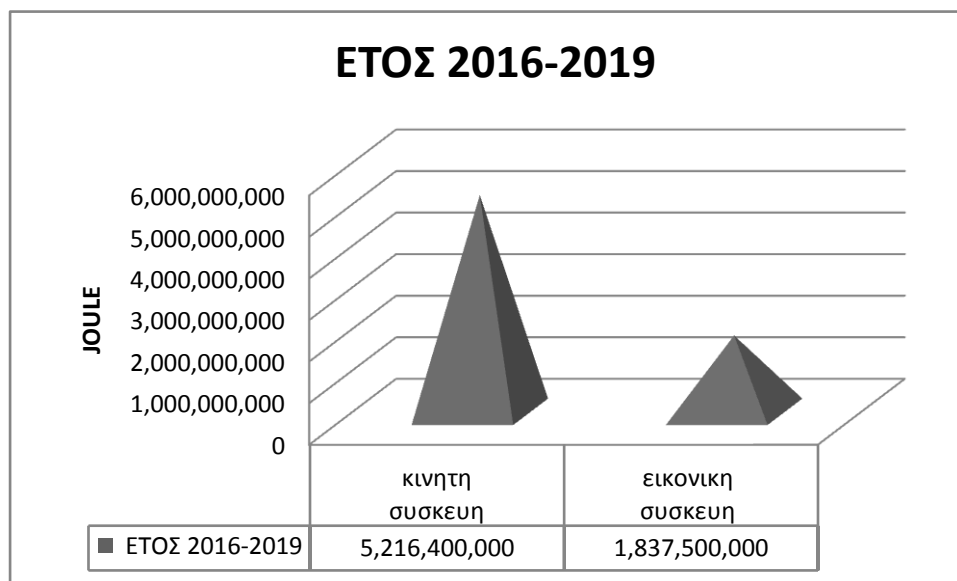
Εικόνα 32 Μεταφορά δεδομένων διαδικτύου μέσω κινητών εφαρμογών



Η αντίστοιχη κατανάλωση ενέργειας των διαφόρων εικονικών συσκευών στις οποίες θα εκφορτωθούν οι διάφορες κινητές εφαρμογές θα κυμανθεί περί των 3-3,5 joule/ sec περίπου το 1/3 της αντίστοιχης κατανάλωσης των κινητών συσκευών. Άρα η μέση κατανάλωση ανα ώρα θα είναι 12.600 joule, αν τώρα η μέση διάρκεια χρήσης την ημέρα είναι 3,3 ώρες ή 158,40MB η κατανάλωση ανέρχεται σε 41580 j το οποίο αποτελεί 0,01155 kWh την ημέρα ανά χρήστη. Αν υπολογίσουμε ότι η ετήσια μεταφορά δεδομένων στο διαδίκτυο κατά το έτος 2015 ήταν 4,2 exabytes =  $4,2 \times 10^{12}$  MB έχουμε ένα σύνολο κατανάλωσης ενέργειας το  $(4,2 \times 10^{12} \text{ MB} * 0,01155 \text{ kWh})/158.40\text{MB} = 306.250.000,00 \text{ kWh}$  το οποία κατά τα έτη 2016-2019 αναμένεται να εξαπλασιαστεί και να φτάσει σε κατανάλωση τα 1.837.500.000 kWh. Συμπερασματικά έχουμε τα εξής:

- Περιήγηση στο διαδίκτυο μέσω κινητών συσκευών τα έτη 2016-2019 αναμένεται η κατανάλωση ενέργειας να φτάσει τα 5.216.400.000 kWh.
- Περιήγηση στο διαδίκτυο μέσω εικονικών συσκευών τα έτη 2016-2019 αναμένεται η κατανάλωση ενέργειας να φτάσει τα 1.837.500.000 kWh.

Εικόνα 33 Σύγκριτικά αποτελέσματα κατανάλωσης ενέργειας κινητών συσκευών-εικονικών συσκευών





# Κεφάλαιο 4

## Συμπεράσματα-Μελλοντικές Μελέτες

### 4.1 Συμπεράσματα μέσω των μετρήσεων

Μέσω των διαφόρων μετρήσεων και της χρήσης των συγκριτικών διαγραμμάτων καταλήγουμε στα εξής συμπεράσματα:

1. Η εφαρμογή η οποία επιβαρύνει σε μεγαλύτερο ποσοστό το λειτουργικό της είναι το κινητό όπως φαίνεται και από τις μετρήσεις cpu, execution time και από τη κατανάλωση ενέργειας κατά τη χρήση της εφαρμογής mtorrent
2. Κατά τη χρήση του λογισμικού skype όπως φαίνεται από τα διαγράμματα πάλι κινητή συσκευή έχει την υψηλότερη κατανάλωση ενέργειας
3. Τέλος το λειτουργικό με το μικρότερο ποσοστό χρήσης του υλικού του είναι το VMbox το οποίο μπορούμε να το διακρίνουμε και κατά τη χρήση του διότι σαν πρόγραμμα αποκρίνεται πολύ γρηγορότερα σε σχέση με τα υπόλοιπα.

Συμπερασματικά καταλήγουμε στην επιβεβαίωση της αρχικής μας υπόθεσης η οποία βασίζεται στην εκφόρτωση των κινητών συσκευών από τις κινητές εφαρμογές με σκοπό τη μείωση κατανάλωσης ενέργειας, την εξοικονόμηση χρόνου και χρήματος από αυτή τη μείωση και στην επιμήκυνση του χρόνου ζωής των διαφόρων εφαρμογών οι οποίες αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι της επαγγελματικής και προσωπικής μας καθημερινότητας. Επίσης παρατηρούμε ότι από το έτος 2012 και έπειτα η μεταφορά και χρήση δεδομένων μέσω διαδικτύου έχει αυξηθεί κατακόρυφα και οι προβλέψεις δείχνουν πως αναμένεται ακόμα μεγαλύτερη αύξηση πράγμα που σημαίνει πως οι απαιτήσεις για ηλεκτρική ενέργεια θα είναι ακόμα μεγαλύτερες. Άρα μια πιθανή εκφόρτωση των κινητών εφαρμογών σε εικονικές συσκευές θα μειώσει τη παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας σε σημαντικό επίπεδο.

## 4.2 Μελλοντικές μελέτες

Οι μελλοντικές μελέτες θα μπορούσαν να επικεντρωθούν στο κομμάτι της χρήσης εικονικών συσκευών μέσω του cloud και μέσω μη συμβατών συσκευών με το λειτουργικό android. Η αρχή έγινε στη συγκεκριμένη διπλωματική όπως και προαναφέρθηκε μέσω της πλατφόρμας Ravello όπου επετεύχθη η είσοδος και χρήση της εικονικής συσκευής μέσω cloud μέσω λειτουργικού ios. Επόμενο βήμα είναι η διεξαγωγή μετρήσεων και πειραμάτων για τη λήψη ασφαλών συμπερασμάτων και μπορεί με βεβαιότητα να υλοποιηθεί αυτή η συνύπαρξη των δύο μη συμβατών λειτουργικών android και ios μέσω cloud.

## Βιβλιογραφία

- [01] Cisco,(03/02/2015), Cisco Visual Networking Index: Global Mobile Data Traffic Forecast Update 2014–2019 White Paper(online), Available: [http://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/white\\_paper\\_c11-520862.html](http://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/white_paper_c11-520862.html).
- [02] Katherine Tweed (15/08/2013). A Smart Phone Uses as Much Energy as a Refrigerator?(online).Available: <http://spectrum.ieee.org/energywise/energy/environment/smart-phones-uses-as-much-energy-as-a-refrigerator>
- [03] Mark P. Mills, :THE CLOUD BEGINS WITH COAL, BIG DATA,BIG NETWORKS,BIG INFRASTRUCTURE,AND BIG POWER, AN OVERVIEW OF THE ELECTRICITY USED BY THE GLOBAL DIGITAL ECOSYSTEM”, Digital Power Group, CEO, August 2013
- [04] Juli Clover, (29/05/2013), 2013 Internet Trends Report: Mobile Growth Soars, Tablet Shipments Surpass PCs in Less Than 3 Years(online). Available: <http://www.macrumors.com/2013/05/29/2013-internet-trends-report-mobile-growth-soars-tablet-shipments-surpass-pcs-in-3-years/>
- [05] Gordon Kelly, (19/09/2015), Apple iOS 9 Has 25 Great Secret Features(online), Available: <http://www.forbes.com/sites/gordonkelly/2015/09/19/apple-ios-9-secrets/>
- [06] Cisco,(02/2015), Global-Mobile-Traffic, 2014-2019 (online). Available: <https://www.tripmode.ch/wp-content/uploads/2015/04/Global-Mobile-Traffic.png>
- [07] Jack E. Triplett,” THE SOLOW PRODUCTIVITY PARADOX: WHAT DO COMPUTERS DO TO PRODUCTIVITY?”, Brookings Institution, 1775 Massachusetts Ave., NW, Washington, D.C. 20036, 07/05/1998

- [08] U.S. Energy Information Administration, "Annual Energy Outlook 2013 with Projections to 2040", Office of Integrated and International Energy Analysis, U.S. Department of Energy Washington, DC 20585, April 2013
- [09] A.A. Abdulkafi, "Energy Efficiency of Heterogeneous Cellular Networks: A Review", JOURNAL OF APPLIED SCIENCES, December 2012.
- [10] Brahim Sanou, "ICT Facts and Figures", International Telecommunication Union, Switzerland Geneva, Director of the ITU Telecommunication Development Bureau, February 2013.
- [11] Ericsson, "Ericsson Mobility Report", SE-126 25 Stockholm, Sweden, <http://www.ericsson.com/>, June 2014.
- [12] M. Page, Dr. M.Molina, G. Jones, D.Makarov, "The Mobile Economy 2013", A.T. Kearney, Lansdowne House, Berkeley Square London W1J 6ER, United Kingdom, 2013
- [13] P. Clarke, (21/02/2012), AMD first to count on Cyclos low-power clock IP(online). Available: [http://www.eetimes.com/document.asp?doc\\_id=1261227](http://www.eetimes.com/document.asp?doc_id=1261227)
- [14] 2014 Mobile Behavior Report, [salesforce.com/marketingcloud](http://salesforce.com/marketingcloud)(online), Available: <https://www.exacttarget.com/sites/exacttarget/files/deliverables/etmc-2014mobilebehaviorreport.pdf>
- [15] L.Korowajczuk, "How to dimension User Traffic in 4G Network", CelPlan International Inc, CEO/CTO, 05/06/2014