

Ενεργειακή Αποδοτικότητα Δικτύων 4G

Λάγκας Θωμάς
Λέκτορας Π.Δ. 407/80
Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας

ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ

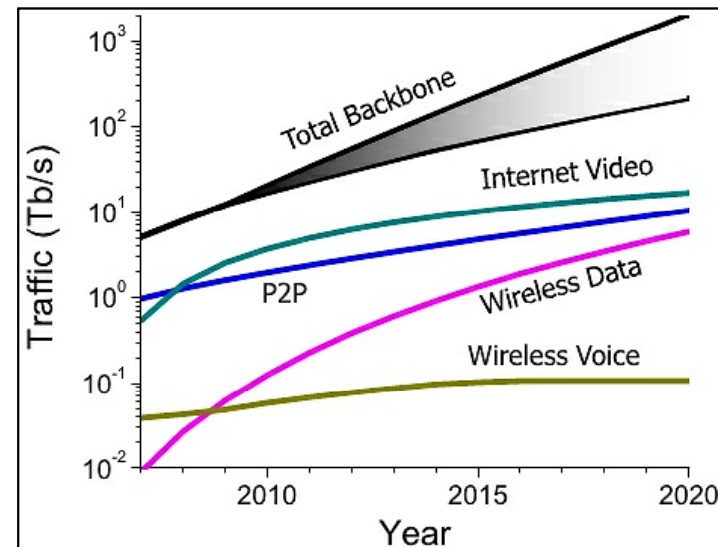
- Εξέλιξη δικτυακής κυκλοφορίας
- Εκτιμήσεις κατανάλωσης ενέργειας
- Δίκτυα τηλεπικοινωνιών 4^{ης} Γενιάς
- Project EARTH
- Εξοικονόμηση ενέργειας στο πρότυπο WiMAX
- Προσέγγιση: Μικροκυψέλες
- Συστοιχία ενεργών κεραιών
- Συμπεράσματα



Λάγκας Θωμάς - Ενεργειακή Αποδοτικότητα Δικτύων 4G

Εξέλιξη δικτυακής κυκλοφορίας

- Η δικτυακή μεταφορά δεδομένων αυξάνεται ραγδαία
- Η αύξηση του όγκου των μεταφερόμενων δεδομένων οδηγεί σε υψηλές ενεργειακές απαιτήσεις



Τα “ασύρματα” δεδομένα αυξάνονται ταχύτατα

Εκτιμήσεις κατανάλωσης ενέργειας

- Τα συστήματα τηλεπικοινωνιών είναι από τους μεγαλύτερους καταναλωτές ενέργειας
- Εκτίμηση παγκόσμιας κατανάλωσης:
165 TWh, που αντιστοιχεί στο 1% της συνολικής ζήτησης!

Χώρα	Δίκτυο	Κατανάλωση Ενέργειας	% Συνολικής Κατανάλωσης Ενέργειας στη Χώρα
USA	Verizon 2006	8.9 TWh	0.24%
Japan	NTT 2001	6.6 TWh	0.7%
Italy	Telecom Italia 2005	2 TWh	1%
France	France Telecom-Orange 2006	2 TWh	0.4%
Spain	Telefonica 2006	1.42 TWh	0.6%

Λάγκας Θωμάς - Ενεργειακή Αποδοτικότητα Δικτύων 4G

Δίκτυα τηλεπικοινωνιών 4^{ης} Γενιάς

- Βρίσκονται υπό εξέλιξη...
- Πρόκειται για ολόκληρη αρχιτεκτονική και όχι συγκεκριμένη τεχνολογία
- Εντάσσονται στον ευρύ χαρακτήρισμό «Δίκτυα Επόμενης Γενιάς»
- Τελική επιδίωξη:
 - Παροχή ολοκληρωμένων τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών υψηλής ποιότητας εντός μια ενοποιημένης πλατφόρμας τεχνολογιών



Λάγκας Θωμάς - Ενεργειακή Αποδοτικότητα Δικτύων 4G

Δίκτυα τηλεπικοινωνιών 4^{ης} Γενιάς

Πρότυπα

Ο οργανισμός ITU-R έχει θέσει αυστηρές προδιαγραφές (IMT-Advanced) για τις τεχνολογίες που μπορούν να χαρακτηριστούν 4G.

- IEEE 802.16m-2011
 - Εμπορικό όνομα: Mobile WiMAX Release 2
 - Μέγιστος ρυθμός μετάδοσης: 100 Mbps (κινητό), 1 Gbps (σταθερό)
- 3GPP Release 12
 - Εμπορικό όνομα: LTE Advanced
 - Μέγιστος ρυθμός μετάδοσης: 100 Mbps (ανερχόμενη ζεύξη), 1 Gbps (κατερχόμενη ζεύξη)
 - Επικρατέστερο για την κινητή τηλεφωνία (ως φυσική εξέλιξη του 3G)

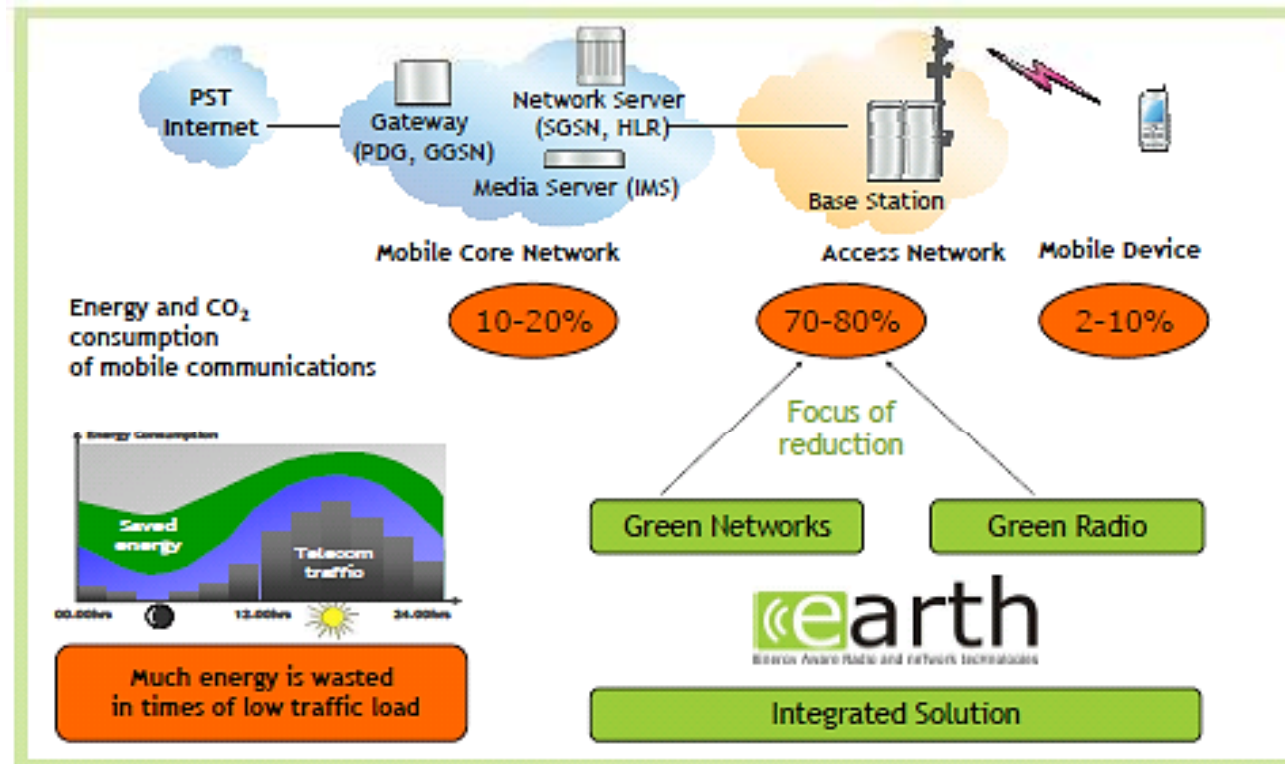


Project EARTH



- Energy Aware Radio and neTwork tecHnologies
- EU FP7-ICT Project
- Έχει λάβει το βραβείο “Future Internet Award”
- Στόχος: Περικοπή στο μισό της χρήσης ενέργειας από κινητά δίκτυα 4G / LTE
- 15 εταίροι από 10 ευρωπαϊκές χώρες
- Συντονιστής: Alcatel-Lucent, Bell Labs

Project EARTH



Λάγκας Θωμάς - Ενεργειακή Αποδοτικότητα Δικτύων 4G

Project EARTH

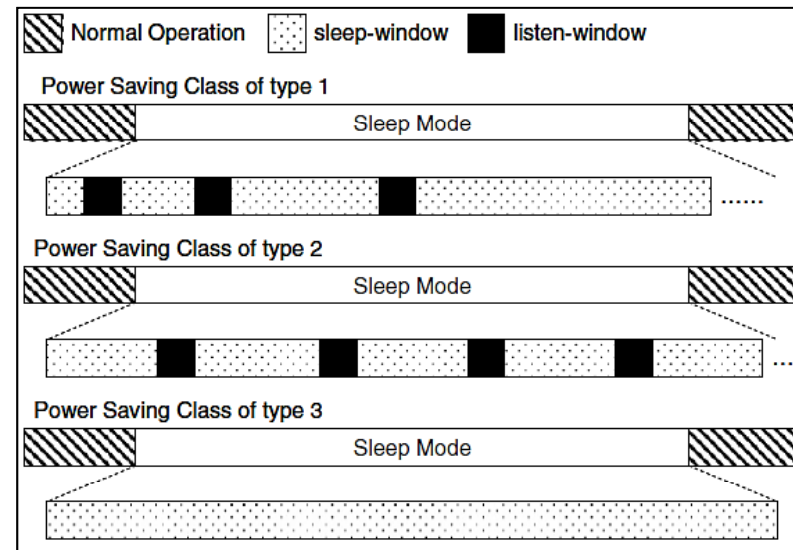
Green Radio

- Αναμεταδότες με διαφορετικά επίπεδα ενέργειας
- Μηχανισμός ελέγχου ισχύος
- Προσαρμογή τρόπου μετάδοσης
- Λειτουργία «αναμονής» (sleep mode) τόσο για το σταθμό βάσης όσο και για την κινητή συσκευή



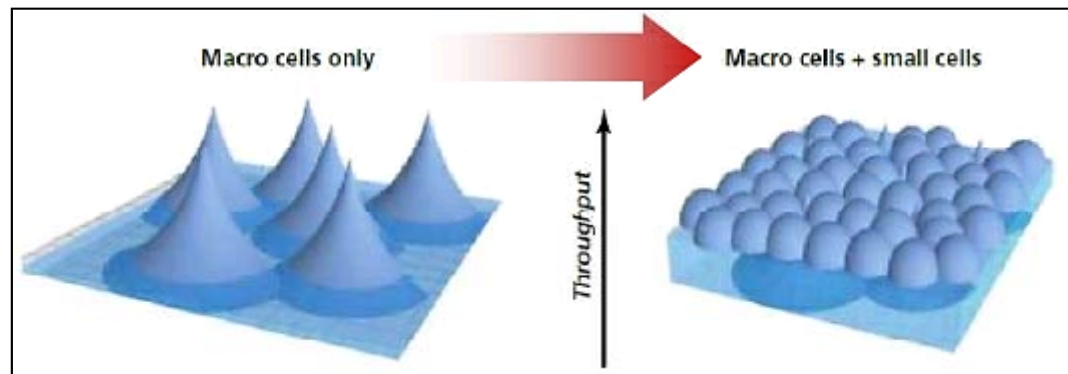
Εξοικονόμηση ενέργειας στο πρότυπο WiMAX

- Τρεις κλάσεις εξοικονόμησης ενέργειας:
 - 1. Εφόσον δεν λαμβάνει δεδομένα, η συσκευή “κοιμάται” για περιόδους που διπλασιάζονται σε μέγεθος (π.χ. Web)
 - 2. Η συσκευή “κοιμάται” για σταθερά επαναλαμβανόμενα διαστήματα (π.χ. VoIP)
 - 3. Η συσκευή “κοιμάται” για ένα συγκεκριμένο διάστημα



Προσέγγιση: Μικροκυψέλες

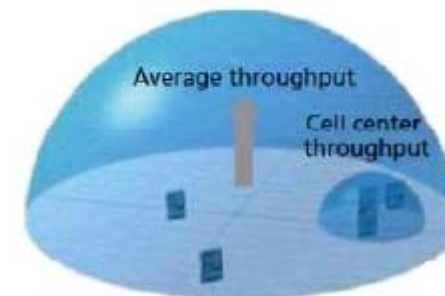
- Οι κυψέλες μικρής έκτασης αποτελούν απαραίτητη οντότητα για τις μελλοντικές τοπολογίες
- Οι μικροκυψέλες μπορούν να αυξήσουν τη χωρητικότητα διατηρώντας την ίδια ζώνη συχνοτήτων
- Μπορούν να ελαττώσουν την κατανάλωση ενέργειας



Λάγκας Θωμάς - Ενεργειακή Αποδοτικότητα Δικτύων 4G

Προσέγγιση: Μικροκυψέλες

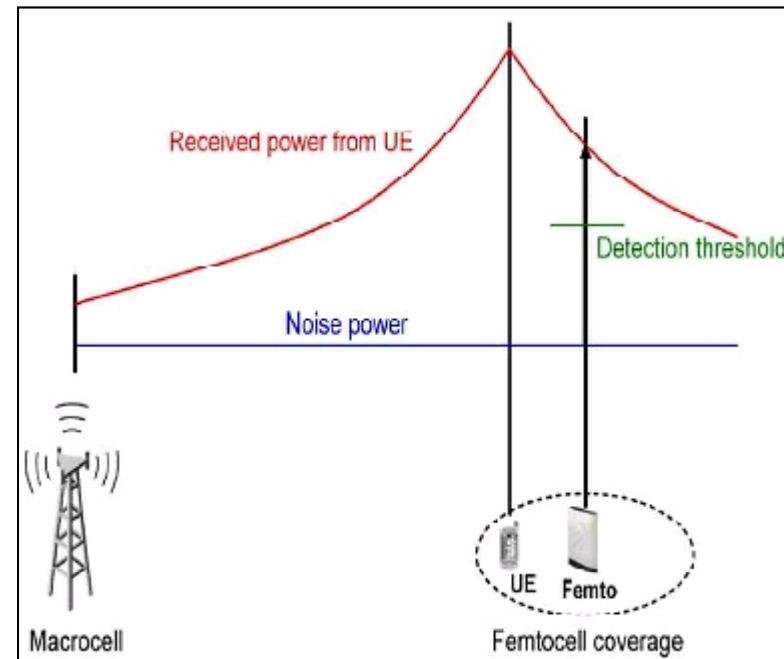
- Οι μικροκυψέλες δίνουν τη δυνατότητα μείωσης της ισχύος μετάδοσης προς ένα χρήστη κατά **1000** φορές σε σύγκριση με τις μακροκυψέλες
- Δίνεται η δυνατότητα σημαντικής βελτίωσης της **χωρητικότητας** σε περιοχές υψηλού φόρτου
- Λόγω της μειωμένης κάλυψης και της εξυπηρέτησης λιγότερων χρηστών, οι μικροκυψέλες μπορούν να ελαττώσουν σημαντικά την κατανάλωση ενέργειας, εφόσον γίνει αποτελεσματική διαχείριση των **ανενεργών** καταστάσεων



Λάγκας Θωμάς - Ενεργειακή Αποδοτικότητα Δικτύων 4G

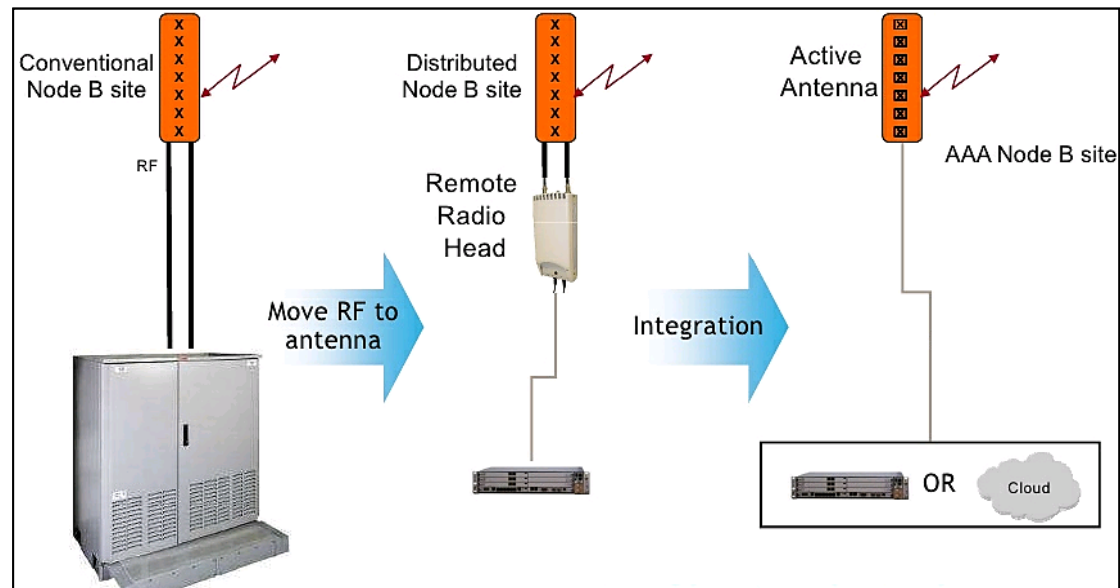
Προσέγγιση: Μικροκυψέλες

- Φεμτοκυψέλες (femtocells): Κυψέλες πολύ συγκεκριμένης – περιορισμένης κάλυψης
- Διεργασίες κατάστασης αδράνειας:
 - Οι φεμτοκυψέλες μπορούν να ενεργοποιούνται μόνο όταν είναι απαραίτητο, ώστε να εξοικονομείται ενέργεια



Συστοιχία Ενεργών Κεραιών

- Η ενσωμάτωση του εξοπλισμού RF με τα στοιχεία της κεραιάς μπορεί να οδηγήσει σε εξοικονόμηση ενέργειας έως 50%



Λάγκας Θωμάς - Ενεργειακή Αποδοτικότητα Δικτύων 4G

Συμπεράσματα

- Ειδικά η ασύρματη κυκλοφορία αυξάνεται ραγδαία, οδηγώντας σε αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας
- Οι τηλεπικοινωνίες ήδη καταναλώνουν σημαντικά ποσά ενέργειας και αναμένεται να αυξηθούν
- Τα WiMAX και LTE (τεχνολογίες 4G) εκτός από καλύτερη απόδοση προβλέπουν και εξοικονόμηση ενέργειας
- Σημαντικά ερευνητικά έργα (EARTH) που βασίζονται στη βούληση για χαμηλότερη κατανάλωση ισχύος
- Υποψήφιες λύσεις:
 - Αποδοτικοί περίοδοι ανενεργούς λειτουργίας
 - Δημιουργία μικροκυψελών-φεμτοκυψελών
 - Εγκατάσταση ενεργών κεραιών

Ευχαριστώ!

Ερωτήσεις?



Λάγκας Θωμάς - Ενεργειακή Αποδοτικότητα Δικτύων 4G