

Η τεχνολογία Femto-Cell

στην αγορά της τοπικής ασύρματης οικιακής πρόσβασης

Άρθρο του **Νίκου Κωστόπουλου**
Strategic Portfolio Manager
Ericsson Hellas S.A.
e-mail: nikos.kostopoulos@ericsson.com

και του **Δημήτρη Λογοθέτη**
Technology Manager
Ericsson Hellas S.A.
e-mail: dimitris.logothetis@ericsson.com

Οι Σταθμοί Βάσης για οικιακή χρήση τύπου Femto-Cell αποτελούν μια πολλά υποσχόμενη τεχνολογία, η οποία θα επιτρέψει στους τηλεπικοινωνιακούς παρόχους να αναπτύξουν νέα επιχειρηματικά μοντέλα και πρωτοποριακές υπηρεσίες. Αποτελεί δηλαδή ένα ακόμα βήμα προς το λεγόμενο quadruple-play και τη σύγκλιση σταθερής και κινητής τηλεφωνίας. Σκοπός του άρθρου αυτού είναι η περιγραφή της λύσης Femto-Cell, τόσο για δίκτυα 2G αλλά και για δίκτυα 3G και στη συνέχεια η σύγκριση με την τεχνολογία Unlicensed Mobile Access (UMA).

Ένας σημαντικός παράγοντας που οδηγεί προς τη σύγκλιση της κινητής και σταθερής τηλεφωνίας είναι η μεγάλη απήχηση της χρήσης του κινητού τηλεφώνου. Ο αριθμός των συνδρομητών που χρησιμοποιούν το κινητό τηλέφωνο ως κύρια συσκευή τηλεφωνίας αυξάνεται συνεχώς, γεγονός το οποίο αποδίδεται στην ιδιαίτερη χρηστικότητα αλλά και στη δυνατότητα εξατομίκευσης της συσκευής.

Μέχρι σήμερα η φιλοσοφία του σχεδιασμού και της υλοποίησης των δικτύων κινητής τηλεφωνίας είναι βασισμένη στην παροχή ραδιο-πρόσβασης αναπτυγμένης σε μορφή κυβελοειδούς τοπολογίας. Συχνά, αυτό σημαίνει ότι σε ραδιοδίκτυα δεύτερης (GSM/GPRS/EDGE) ή τρίτης γενιάς (WCDMA) η παρεχόμενη ραδιο-κάλυψη, τουλάχιστον σε αστικά κέντρα, έχει εμβέλεια μερικών εκατοντάδων μέτρων ανάλογα με την πυκνότητα και τον τύπο των εγκατεστημένων

σταθμών βάσης. Η έννοια της εγκατάστασης εξοπλισμού για την παροχή τοπικής 2G/3G ασύρματης πρόσβασης στο σπίτι ήταν υπό ανάπτυξη για σημαντικό χρονικό διάστημα. Όμως οι ραγδαίες εξελίξεις στο τομέα της μικρο-ηλεκτρονικής και των τηλεπικοινωνιών προσφέρουν την δυνατότητα ανάπτυξης μιας νέας τεχνολογίας, της τεχνολογίας Femto-cell, η οποία μπορεί αφενός να προσφέρει μια νέα γκάμα υπηρεσιών για τους καταναλωτές και πιθανώς τις (μικρές) επιχειρήσεις και αφετέρου την δυνατότητα στους παραδοσιακούς παρόχους τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών να προσαρμόσουν τα επιχειρηματικά τους πλάνα ακολουθώντας την σύγκλιση της σταθερής και κινητής τηλεφωνίας.

Εισαγωγή της έννοιας "Femto-cell"

Το Femto-cell είναι ουσιαστικά ένας μικρός σταθμός βάσης τεχνολογίας GSM ή WCDMA, ο

οποίος έχει υλοποιηθεί με σκοπό να βελτιώσει την ποιότητα των παρεχομένων υπηρεσιών κινητής τηλεφωνίας στο εσωτερικό ενός κτιρίου. Οι σταθμοί βάσης Femto-cell έχουν ισχύ εξόδου που υπολογίζεται σε milliwatts, δηλαδή σχεδόν ίση ή μικρότερη από αυτή μιας συσκευής DECT (Digital Enhanced Cordless Technology). Είναι σχεδιασμένοι για να εξυπηρετήσουν 2 ή 4 χρήστες ταυτόχρονα και επομένως κατάλληλοι για οικιακή χρήση, καθώς ένας μόνο σταθμός βάσης μπορεί να εξυπηρετήσει τις τηλεφωνικές κλήσεις για όλα τα μέλη μιας οικογένειας. Το Femto-cell, παράλληλα, βασίζεται στην ύπαρξη σταθερής ευρυζωνικής πρόσβασης (fixed broadband) στο περιβάλλον του συνδρομητή. Αυτή χρησιμοποιείται είτε ως μέσο μεταφοράς υπηρεσιών φωνής στο δίκτυο κορμού της κινητής τηλεφωνίας ή ενδεχομένως ως μέσο παροχής νέων υπηρεσιών, όπως είναι η τηλεόραση πάνω σε δίκτυα IP (IPTV). Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζεται μια προεπισκόπηση της αρχιτεκτονικής του δικτύου Femto-cell.

Η λύση αποτελείται από τα ακόλουθα κύρια μέρη, τα οποία είναι μέρος του BSS (Base Station Subsystem) και παρέχουν πλήρη διαλειτουργικότητα προς οποιοδήποτε κεντρικό δίκτυο κορμού κινητής τηλεφωνίας πακέτων και φωνής (CS & PS core), καθώς επίσης και προς οποιοδήποτε 2G ή 2G/3G κινητό τηλέφωνο:

● Σημείο πρόσβασης (Femto-Cell Customer Premises Equipment)

● Femto-cell πύλη ασφάλειας (SEGW - Security Gateway) με λειτουργία Firewall

● Femto-cell BSC (Base Station Controller) κατάλληλα διαμορφωμένο σε λογισμικό και υλικό για την υποστήριξη μεγάλου αριθμού σημείων πρόσβασης

● Διακομιστής αυτόματης εγκατάστασης (Auto-Configuration Server, ACS) των σημείων επαφής

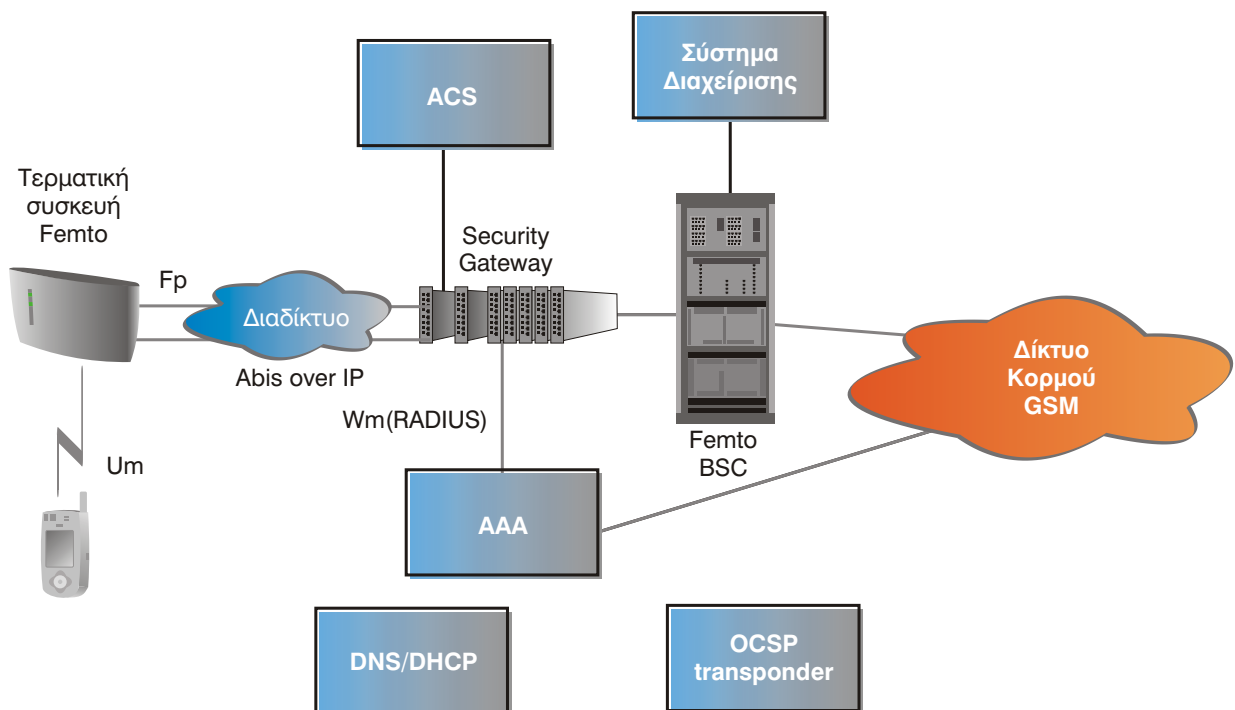
● Διακομιστής AAA (Authorization, Authentication, Accounting)

● IP κόμβοι υποστήριξης, όπως DNS (Domain Name Server) & DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) διακομιστές.

- Η λύση Femto χρησιμοποιεί τις ακόλουθες PKI (Public Key Infrastructure) υπηρεσίες:
- Certificate Authority (CA)
 - OCSP transponder που υποστηρίζει το πρωτόκολλο Online Certificate Status Protocol (OCSP)

Η λύση Femto χρησιμοποιεί τις ακόλουθες PKI (Public Key Infrastructure) υπηρεσίες:

- Certificate Authority (CA)
- OCSP transponder που υποστηρίζει το πρωτόκολλο Online Certificate Status Protocol (OCSP)



Σχήμα 1

Η λύση Femto συνδέεται με τους ακόλουθους κόμβους δικτύων κορμού:

- MSC
- SGSN
- HLR

Περισσότερες λεπτομέρειες σχετικά με την λειτουργία των επιμέρους κόμβων παρέχονται παρακάτω:

Οικιακός Σταθμός Πρόσβασης (FC 2500)

Στήν παρακάτω φωτογραφία απεικονίζεται ένα τυπικό σημείο πρόσβασης (Access Point) που μπορεί να εγκατασταθεί από τον συνδρομητή χωρίς να χρειάζεται καμμία παρέμβαση από τον πάροχο υπηρεσιών.

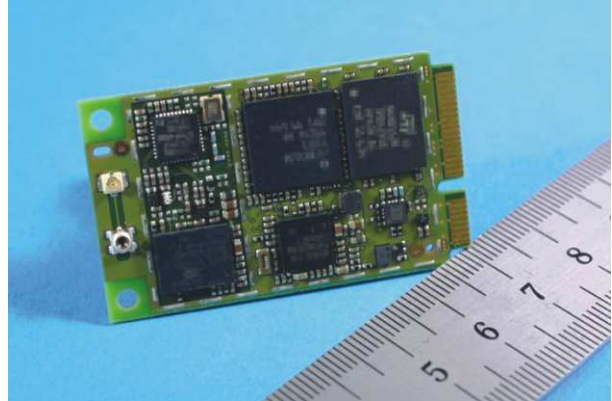


Η συγκεκριμένη συσκευή, εκτός από το ότι αποτελεί το μικρότερο σταθμό βάσης σε παγκόσμια κλίμακα, έχει όλα τα χαρακτηριστικά ενός οικιακού DSL δρομολογητή (home DSL router). Συνεπώς, μπορεί να υποστηρίξει την ευρυζωνική πρόσβαση, μέσω της τεχνολογίας ADSL2+ και να επιτρέψει την πλήρη δικτύωση και δρομολόγηση των IP πακέτων από ένα δίκτυο LAN, το οποίο έχει εγκατασταθεί στο προσωπικό χώρο του τελικού χρήστη.

Μερικά από τα βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά του σημείου πρόσβασης FC 2500 είναι τα εξής:

- **GSM/EDGE Ραδιο-επαφή:** Λόγω της ενσωματωμένης ραδιο-ενότητας GSM/EDGE, το σημείο πρόσβασης μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ένας ιδιωτικός ραδιοσταθμός βάσης (RBS) στο περιβάλλον του χρήστη. Η λειτουργία του σταθμού βάσης εξασφαλίζεται

μέσω κυκλωμάτων που χρησιμοποιούνται και στην κατασκευή συσκευών κινητής τηλεφωνίας (Reverse MS chipset), όπως φαίνεται και στην παρακάτω φωτογραφία.



Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα της χρήσης της τεχνολογίας αυτής είναι η άμεση μείωση του κόστους παραγωγής του σημείου πρόσβασης λόγω της οικονομίας κλίμακος που σχετίζεται με τον όγκο της παραγωγής και τον εφοδιασμό κυκλωμάτων τα οποία προορίζονται για την κατασκευή συσκευών κινητής τηλεφωνίας.

Σχετικά με την διαθέσιμη χωρητικότητα, το Femto Cell FC 2500, χρησιμοποιεί δύο χρονοθυρίδες (timeslots) για την υποστήριξη συνδυασμού ομιλίας και μετάδοσης δεδομένων. Με άλλα λόγια είναι δυνατόν να εξυπηρετηθούν ταυτόχρονα 2 (Full Rate) ή και 3 συνδρομητές (HR) για υπηρεσίες φωνής ή μέχρι και 7 συνδρομητές για υπηρεσίες δεδομένων. Ο μέγιστος ρυθμός μετάδοσης δεδομένων μέσω της EDGE ραδιοεπαφής είναι 100 Kbps.

Η μέγιστη ισχύς εξόδου του σταθμού πρόσβασης είναι 0 dBm (1mW), η οποία είναι αρκετά μικρότερη από την μέγιστη ισχύ εξόδου ενός DECT σταθμού βάσης (250 mW). Βέβαια, ένας DECT σταθμός εκπέμπει σ' ένα χρονοπλάισιο που αντιστοιχεί στο 1/25 του δευτερολέπτου, το οποίο σημαίνει ότι κατά προσέγγιση η μέση εκπεμπόμενη ισχύς είναι περίπου 10 mW.

Σε κάθε περίπτωση η ισχύς του σημείου πρόσβασης εξαρτάται από την απόσταση του συνδρομητή από το σταθμό βάσης λόγω της υποστήριξης "Dynamic MS and BS power control"

λειτουργίας. Όσο μικρότερη είναι η απόσταση του συνδρομητή από το ΣΒ τόσο μικρότερη είναι και η εκπεμπόμενη ισχύς από το ΣΒ ή κινητό αντίστοιχα. Σε κάθε περίπτωση η ισχύς του σημείου πρόσβασης είναι μικρότερη από την εκπεμπόμενη ισχύ ένος ΣΒ τύπου DECT και επομένως η χρήση του σημείου πρόσβασης είναι απολύτως ασφαλής για το ευρύ κοινό.

- **Πλήρης υποστήριξη λειτουργιών οικιακής πύλης (Home gateway):** Μαζί με τη μονάδα του RBS, το FC 2500 φιλοξενεί μια πλούσια ευρυζωνική πλατφόρμα πυλών. Επιτρέπει την πλήρη δικτύωση, IP δρομολόγηση, λειτουργία firewall και ευρυζωνική πρόσβαση μέσω ADSL2 + ή Ethernet. Οι χρήστες μπορούν να συνδεθούν μέσω των τριών διαθέσιμων Ethernet switched ports ή μέσω του ενσωματωμένου ασύρματου τοπικού LAN. Η χρήση του adaptive QoS (Quality of service) εξασφαλίζει άριστη εμπειρία των προσφερομένων υπηρεσιών ακόμα και στην περίπτωση στην οποία ο χρήστης συνδυάζει παράλληλες ενέργειες όπως κλήσεις φωνής και σταθερές ευρυζωνικές υπηρεσίες.



- **Εύκολη και γρήγορη εγκατάσταση:** Η διαδικασία εκκίνησης και εγκατάστασης του σημείου πρόσβασης είναι απλή, αυτόματη, χωρίς να χρειάζεται συγκεκριμένη εμπειρία στη εγκατάσταση και παραμετροποίηση του σημείου πρόσβασης από τον τελικό χρήστη. Χάρη στην ενσωματωμένη SIM κάρτα, η ενότητα του RBS μπορεί αυτόματα να καταχωρηθεί στο δίκτυο κινητής τηλεφωνίας έτσι ώστε να υπάρχει συνεχής πρόσβαση στις διαθέσιμες υπηρεσίες. Η κάρτα SIM μπορεί εύκολα να τοποθετηθεί

από τον χρήστη στην αρχική εγκατάσταση και φυλάσσει συγκεκριμένες πληροφορίες του παρόχου έτσι ώστε όταν η συσκευή Femto - Cell τίθεται σε λειτουργία να ανακαλύψει ένα Femto - Cell BSC του παρόχου. Οι πληροφορίες της SIM χρησιμοποιούνται επίσης για να επικυρώσουν την συσκευή Femto και κατά την έναρξη της διαπραγμάτευσης IKE v2 για τα κλειδιά IPsec.

Femto BSC

Το Femto - Cell BSC είναι βασισμένο στην πλατφόρμα AXE BSC/TRC, ικανή να διαχειριστεί αρκετές χιλιάδες Femto - Cell μονάδες. Το Femto - Cell BSC συνδέεται με το δίκτυο κορμού ως εξής: α) Με τον κόμβο MSC μέσω της διεπαφής A και με β) τον κόμβο SGSN μέσω της διεπαφής Gb (Gb over IP). Το Femto - Cell BSC, εκτός από την κανονική λειτουργία ως GSM BSC, πραγματοποιεί επιπλέον τις παρακάτω λειτουργίες που συσχετίζονται με τη λύση Femto - Cell:

Ανακάλυψη (Discovery): Αυτή η λειτουργία παρέχει σε μια συσκευή Femto, IP διευθύνσεις προς ένα BSC Femto προεπιλογής (default Femto BSC), μια πύλη ασφάλειας προεπιλογής (default SEGW), και έναν κόμβο ACS. Οι διευθύνσεις αυτές έχουν τη μορφή FQDN ή IP διεύθυνση.

Προ-παραμετροποίηση (Pre-configuration): Αυτή η λειτουργία μειώνει το χρόνο και την προσπάθεια που απαιτούνται προκειμένου να μπει ένα Femto RBS σε λειτουργία. Οι παράμετροι οι οποίες είναι κοινές για όλο το Femto - Cell RBS καθορίζονται με τη συμπλήρωση ενός "Femto - Cell" προτύπου. Οι υπόλοιπες παράμετροι που είναι συγκεκριμένες ανά Femto - Cell RBS, όπως π.χ. η συχνότητα, επιλέγονται αυτόματα από το Femto - Cell BSC. Ο πάροχος δεν χρειάζεται να εκτελέσει οποιαδήποτε μεμονωμένη παραμετροποίηση σε ένα Femto - Cell RBS.

Εγκατάσταση (Installation): Αυτή η λειτουργία θα χειριστεί την εγκατάσταση και ενεργοποίηση του Femto - Cell RBS κατόπιν αιτήσεως της συσκευής Femto. Η εγκατάσταση αντιμετωπίζεται αυτόματα από το Femto - Cell BSC, χωρίς καμία επέμβαση από το πάροχο. Το Femto - Cell BSC

περιλαμβάνει το σύστημα I/O (APG40), τη μονάδα ελέγχου πακέτων (PCU) για GPRS, LAN switches, χειριστή πομποδεκτών (TRH) που χειρίζεται τις Femto - Cell μονάδες, πύλη πακέτων (PGW) που χειρίζεται τις διεπαφές IP (Abis over IP) προς το Femto - Cell και transcoders ομιλίας.

Security Gateway

Η πύλη ασφάλειας (SEGW) τερματίζει το IPsec tunnel από την Femto Cell συσκευή και διαβιβάζει τα αποκρυπτογραφημένα πακέτα IP στο Femto - cell BSC. Στην downstream κατεύθυνση το SEGW λαμβάνει αποκρυπτογραφημένα IP πακέτα από το Femto - Cell BSC τα οποία πρώτα κρυπτογραφεί και στη συνέχεια δρομολογεί στο Femto - Cell IPsec tunnel όπως αυτό διευκρινίζεται από τη διεύθυνση προορισμού IP (destination IP address). Ο κόμβος SEGW συμμετέχει επίσης στην επικύρωση της δημιουργίας ενός IPsec tunnel αλληλεπιδρώντας με τους AAA διακομιστές χρησιμοποιώντας το πρωτόκολλο RADIUS. Ακόμα, το SEGW χειρίζεται την κατανομή διευθύνσεων IP στην Femto - Cell μονάδα κατά τη διάρκεια της δημιουργίας του IPsec tunnel αλληλεπιδρώντας με τους DHCP servers ή χρησιμοποιώντας έναν πιθανό εσωτερικό DHCP server.

Ο κόμβος SEGW παρέχει τις προδιαγραφές ασφάλειας, όπως διευκρινίζονται στο πρότυπο UMA/GAN του οργανισμού ETSI 3GPP, δηλαδή ενθυλάκωση UDP, IKEv2, EAP - SIM και NAT traversal. Ο κόμβος SEGW παρέχει επιπλέον και άλλες λειτουργίες firewall όπως η φραγή θυρών (port blocking). Το SEGW υποστηρίζει τις περισσότερες διαθέσιμες διεπαφές και λειτουργίες δικτύων που αναμένονται από ένα SEGW. Αυτές οι λειτουργίες περιλαμβάνουν το πρωτόκολλο OSPF, virtual routers, deep inspection, τη διαχείριση χωρητικότητας, πιστοποιητικά (certificates), λειτουργία υψηλής διαθεσιμότητας και τη απομακρυσμένη αναβάθμιση firmware. Ο κόμβος SEGW στη λύση Femto - Cell υποστηρίζει το πρωτόκολλο SCIP.

Auto Configuration Server (ACS)

Ο κόμβος ACS παρέχει τη διαχείριση λογισμικού για την συσκευή Femto - Cell. Αυτό περιλαμβάνει τις λειτουργίες όπως ο καθορισμός και η συντήρηση των κανόνων διανομής λογισμικού, η εισαγωγή του νέου λογισμικού και της διανομής του λογισμικού ή τα στοιχεία παραμετροποίησης της Femto - Cell συσκευής. Ας σημειωθεί ότι τα στοιχεία παραμετροποίησης για το Femto - Cell RBS δεν θα παρασχεθούν μέσω του ACS αλλά μέσω του Femto - Cell BSC. Το ACS υποστηρίζει επίσης τις λειτουργίες σχετικές με την ενημέρωση και την ανάκτηση ενός καταλόγου Femto και την έναρξη του συστήματος διαχείρισης του παρόχου.

Το σύστημα OSS - RC χρησιμοποιείται για τη διαχείριση του κόμβου Femto BSC. Αυτό περιλαμβάνει την υποστήριξη νέων εντολών που αναπτύσσονται συγκεκριμένα για τη λύση Femto:

Σύστημα Διαχείρισης

1. Διάρθρωση της διεύθυνσης FQDN/IP για το ταχύτερο SEGW και ταχύτερο Femto - Cell BSC.

2. Διάρθρωση του μέγιστου αριθμού Femto κυττάρου RBSs που το Femto - Cell BSC θα υποστηρίξει.

3. Διάρθρωση του πίνακα δεδομένων του Femto RBS όπως η συχνότητα BCCH, ο κώδικας MCC, ο κώδικας MNC και ο κώδικας περιοχής θέσης (Location Area Code).

Δεν υπάρχει καμία ανάγκη για οποιαδήποτε συγκεκριμένη διαμόρφωση κυττάρων σε OSS-RC δεδομένου ότι το Femto RBS θα διαμορφωθεί αυτόματα από το Femto - Cell BSC. Αυτό επίσης υπονοεί ότι καμία συγκεκριμένη έκθεση στατιστικών των Femto - Cell μονάδων δεν είναι διαθέσιμη σε OSS-RC για τη λύση Femto.

Η Femto Cell συσκευή λαμβάνει και αναβαθμίζει το λογισμικό μέσω του κόμβου ACS. Ένα νέο πρότυπο διαχείρισης μονάδας έχει αναπτυχθεί ειδικά για το Femto - Cell RBS προκειμένου να απλοποιηθούν η λειτουργία & η συντήρηση. Το Femto Cell RBS παραμετροποιείται αυτόματα από το Femto - Cell BSC κατά τη διάρκεια της εγκατάστασης. Τα στοιχεία παραμετροποίησης είναι βασισμένα στα στοιχεία προτύπων Femto - Cell. Η Femto - Cell μονάδα παρέχει έναν διαχει-

ριστή μονάδα (Element Manager) που είναι προσιτός για το Πάροχο μέσω του κόμβου ACS. Ο Element Manager παρέχει την ακόλουθη υποστήριξη:

- Ανάλυση συστήματος
- Ανάκτηση στοιχείων διαχείρισης επίδοσης (Performance Management)
- Άρση Βλαβών (trouble-shooting)
- Έναρξη αναβάθμισης λογισμικού.

Η μονάδα Femto Cell παρέχει επίσης ένα end - user web interface που παρέχει την ακόλουθη λειτουργία:

- Διαμόρφωση των παραμέτρων πύλης (gateway parameters).

Διακομιστής AAA

Ο AAA διακομιστής που χρησιμοποιείται στη λύση Femto - Cell της Ericsson είναι ο κόμβος Home Subscriber Server (HSS) 4.0. Ο διακομιστής αυτός υποστηρίζει το πρωτόκολλο (EAP-SIM) για να επικυρώσει την Femto - Cell συσκευή βασισμένη στους ίδιους μηχανισμούς πιστοποίησης ασφάλειας όπως χρησιμοποιούνται στα συστήματα GSM/GPRS. Ο AAA διακομιστής υποστηρίζει ακόμα το πρωτόκολλο RADIUS με τις επεκτάσεις EAP σύμφωνα με RFC 2865 και RFC 2869 και ενεργεί ως RADIUS Server προς το SEGW. Ο RADIUS Server υποστηρίζει τα πρωτόκολλα MAP v2 και MAP v3 για την ανάκτηση πληροφοριών επικύρωσης GSM/GPRS/UMTS και ζητά τα στοιχεία επικύρωσης από το HLR/AuC με τη βοήθεια του πρότυπου MAP.

Διακομιστές DNS/DHCP

Η λύση Femto - Cell περιέχει δύο λειτουργίες πρόσθετης υποστήριξης: DNS και DHCP διακομιστές. Τα πλήρως κατάλληλα ονόματα περιοχών (FQDN) χρησιμοποιούνται προκειμένου να υπάρξουν τα συμβολικά ονόματα για διαφορετικές SEGW και Femto διεπαφές και τις υπηρεσίες BSC IP. Η μετάφραση του FQDN στην routable διεύθυνση IP εκτελείται από τον DNS server. Ο DHCP server παρέχει τις διευθύνσεις IP και τη λειτουργία κατανομής παραμετροποίησης.

Διεπαφές της Femto Λύσης

Η διεπαφή Fp διασυνδέει το Femto - Cell και το Femto - Cell BSC, μεταξύ της Femto συσκευής και του κόμβου SEGW. Τα πρωτόκολλα επιπέδου εφαρμογής (application layer) που χρησιμοποιούνται πάνω από τη διεπαφή Fp είναι το πρωτόκολλο HGSM-RC (Home GSM Resource Control) που χρησιμοποιείται μεταξύ της Femto μονάδας και του Femto BSC και το Abis over IP μεταξύ του Femto RBS και το Femto BSC. Η Femto - Cell μονάδα χρησιμοποιεί τα μηνύματα που καθορίζονται στο πρωτόκολλο HGSM-RC για να ανακαλύψει ένα κατάλληλο Femto BSC και για να ανταλλάξει παραμέτρους εγκατάστασης. Μετά από την επιτυχή εγκατάσταση το πρωτόκολλο HGSM-RC ολοκληρώνεται και το Femto RBS επικοινωνεί με το Femto BSC με τη βοήθεια της σηματοδοτησίας RLS και OML που μεταφέρεται πάνω από το πρωτόκολλο Abis over IP. Τα πρωτόκολλα που χρησιμοποιούνται στο μέρος ασφάλειας της διεπαφής Fp είναι IKEv2 και EAP- SIM. Το πρωτόκολλο EAP- SIM χρησιμοποιείται μέσα στο πρωτόκολλο IKEv2 προκειμένου να επικυρωθεί αμοιβαία η μονάδα Femto με το δίκτυο και το δίκτυο με τη Femto. Τα IKEv2 και τα EAP- SIM υποστηρίζονται όπως διευκρινίζονται από τα αντίστοιχα IETF RFC.

Η διεπαφή Wm είναι μια ανοικτή διεπαφή μεταξύ του SEGW και του AAA διακομιστή. Η διεπαφή Wm χρησιμοποιείται για την επικύρωση της Femto συσκευής κατά τη διάρκεια της δημιουργίας ενός IPsec tunnel. Το πρωτόκολλο RADIUS χρησιμοποιείται για να μεταφέρει τα μηνύματα EAP μεταξύ του SEGW και του AAA διακομιστή.

Η διεπαφή D'GR' είναι μια ανοικτή διεπαφή μεταξύ του AAA διακομιστή και του κόμβου HLR/AuC. Αυτή η διεπαφή είναι βασισμένη στο πρωτόκολλο MAP και χρησιμοποιείται κυρίως από τον AAA διακομιστή για να ανακτήσει τα διανύσματα επικύρωσης μέσω του πρωτοκόλλου EAP- SIM για την δημιουργία IPsec tunnels.

Η διεπαφή SCIP (Security Gateway and Information Protocol) είναι ένα ιδιόκτητο πρωτόκολλο της Ericsson που χρησιμοποιείται μεταξύ του SEGW και του κόμβου Femto BSC. Το πρωτό-

κόλλο παρέχει υποστήριξη κατά τη μεταφορά από τον κόμβο SEGW στο Femto - Cell BSC πληροφοριών ταυτοποίησης και IP διευθύνσεων Femto μονάδων που το SEGW έχει αποθηκεύσει κατά τη διάρκεια της δημιουργίας του IPsec tunnel. Το SCIP χρησιμοποιείται πρωτίστως για την επαλήθευση της παραμέτρου IMSI. Η παράμετρος IMSI του Femto που χρησιμοποιείται κατά τη διάρκεια της δημιουργίας του IPsec tunnel στέλνεται στο Femto BSC και το Femto BSC ελέγχει ότι είναι το ίδιο IMSI με αυτό που παραλαμβάνεται κατά τη διάρκεια των διαδικασιών Ανακάλυψης (Discovery) και Εγκατάστασης (Installation). Εάν οι IMSI τιμές δεν ταιριάζουν με αυτές που λαμβάνονται με τις διαδικασίες Ανακαλύψης και Εγκατάστασης τότε αυτές απορρίπτονται.

Λύση 3G Femto - Cell

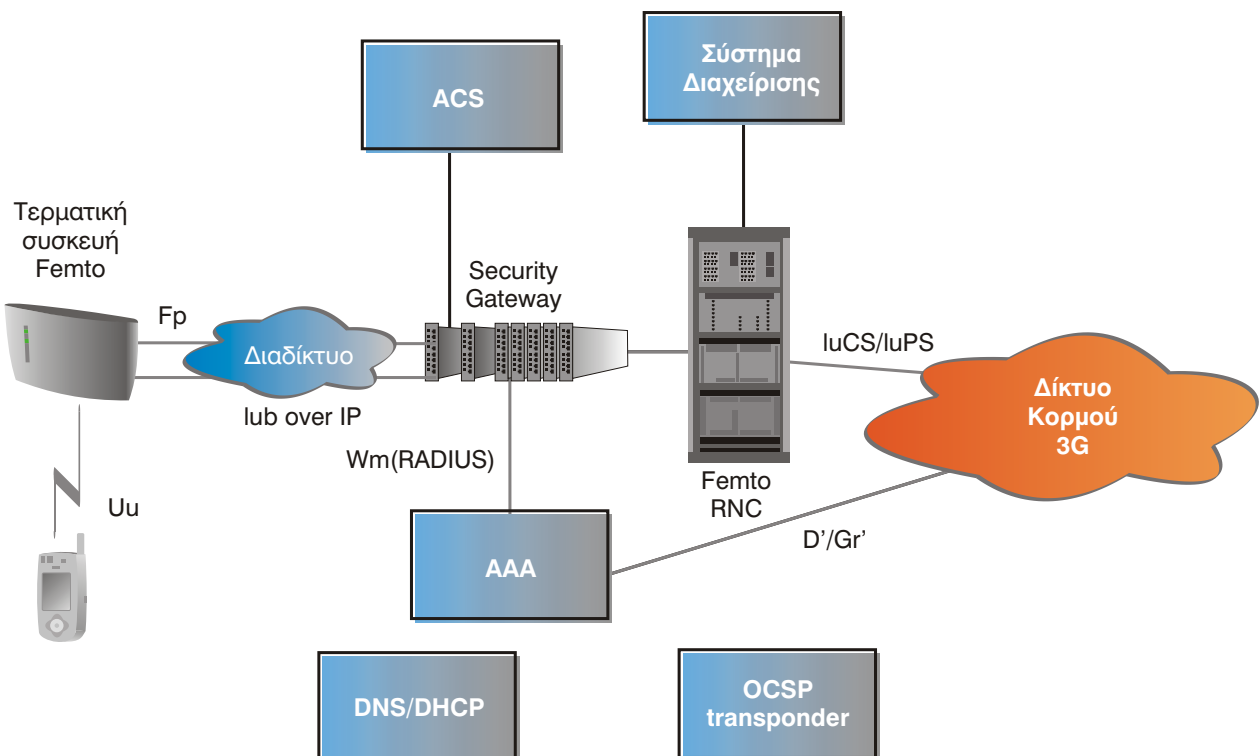
Η λύση 3G Femto Cell είναι παρόμοια με την 2G Femto Cell με την ουσιαστικότερη διαφορά ότι απευθύνεται σε δίκτυα (και τερματικές συσκευές) τρίτης γενιάς (3G). Πιο συγκεκριμμένα, ο κόμβος BSC αντικαθίσταται από έναν κόμβο

RNC (Σχήμα 2). Το 3G Femto Cell υποστηρίζει την τεχνολογία HSPA, δηλαδή μέχρι 14.4 Mbps συρρευματική (downstream) & 5.8 Mbps αντισυρρευματική (upstream) ταχύτητα μετάδοσης. Οι μηχανισμοί πιστοποίησης παραμένουν ουσιαστικά οι ίδιοι με τη λύση 2G Femto-Cell.

Σύγκριση Λύσεων 2G Femto-Cell, 3G Femto-Cell και UMA/GAN

Οι λύσεις Femto Cell και UMA έχουν πολλές ομοιότητες αλλά και αρκετές διαφορές που θα αναδειχτούν σε αυτή την ενότητα.

Η λύση Unlicensed Mobile Access (UMA) ή αλλιώς Generic Access Network (GAN) όπως έχει γίνει αποδεκτή από τον οργανισμό προτύπων 3GPP, έχει παρόμοιο στόχο με τη λύση Femto-Cell δηλαδή την προώθηση της κίνησης πάνω από το δίκτυο ευρυζωνικής πρόσβασης όταν ο χρήστης βρίσκεται στο οικιακό περιβάλλον, ενώ όταν βρίσκεται εκτός από αυτό η κίνηση δρομολογείται από το συμβατικό δίκτυο κινητής τηλεφωνίας (macro network). Σε αντίθεση όμως με τη λύση Femto - Cell, η ασύρματη πρόσβαση (στον οικιακό χώρο) στη λύση UMA γίνεται μέσω



Σχήμα 2

της τεχνολογίας WLAN. Η διασύνδεση με το δίκτυο κορμού στις λύσεις 2G Femto και UMA/GAN γίνεται με παρόμοιο τρόπο, δηλαδή με τους κόμβους MSC, SGSN και HLR και τις αντίστοιχες πρότυπες διεπαφές A, Gb και D'/Gr'. Είναι, επίσης, ενδιαφέρον να σημειωθεί ότι μόνο οι λύσεις 2G UMA/GAN είναι αυτή τη στιγμή σε πρότυπο από τον οργανισμό 3GPP. Αναφορικά με τον οικιακό σταθμό πρόσβασης στην περίπτωση της λύσης UMA/GAN είναι ένας οποιοσδήποτε DSL οικιακός δρομολογητής με διεπαφή WLAN, που είναι ιδιαίτερα διαδεδομένος στην αγορά. Σε αντίθεση με τους σταθμούς πρόσβασης, οι συσκευές κινητής τηλεφωνίας που απαιτούνται είναι διπλού τύπου, (dual-mode handsets) δηλαδή τερματικά που υποστηρίζουν διεπαφές WLAN και GSM. Προχωρώντας τώρα στη σύγκριση λύσεων Femto Cell 2G και 3G μπορούμε να πούμε τα εξής.

Η προοπτική αλλά και η εξέλιξη των δικτύων της κινητής τηλεφωνίας είναι επικεντρωμένη στην ανάπτυξη δικτύων 3ης γενιάς. Είναι λοιπόν λογικό η τεχνολογία υλοποίησης των σημείων πρόσβασης να είναι βασισμένη σε τεχνολογία ραδιοεπαφής WCDMA. Έτσι λοιπόν, σήμερα στην βιομηχανία των τηλεπικοινωνιών υπάρχει ένα σημαντικό ποσό επένδυσης και από τους καθιερωμένους παρόχους υπηρεσιών αλλά και προμηθευτές τηλεπικοινωνιακού εξοπλισμού σε Femto-cells για την παράδοση των υπηρεσιών που εδρεύουν επάνω σε 3G τεχνολογία.

Εντούτοις, η διείσδυση 3G κινητών τηλεφώνων στην Ευρωπαϊκή αγορά, συμπεριλαμβανομένης και της Ελληνικής, παραμένει χαμηλότερη από αυτήν των 2G τηλεφώνων (αν και βαίνει διαρκώς αυξανόμενη).

Το γεγονός ότι τα σημεία πρόσβασης που σχεδιάζονται να υλοποιηθούν βασισμένα σε τεχνολογία ραδιοεπαφής WCDMA είναι συμβατά μόνο με τερματικά τρίτης γενιάς περιορίζει την δυνατότητα διείσδυσης και διάδοσης της τεχνολογίας 3G-Femto-cell, τουλάχιστον για το άμεσο μέλλον στο οποίο η διείσδυση των 3G τερματικών δεν προβλέπεται να υπερβεί ένα ποσοστό της τάξης του 30-33% στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Βασισμένοι σε αυτά τα δεδομένα αγοράς, οι πάροχοι υπηρεσιών θα πρέπει να προσφέρουν εκτός από το σημείο πρόσβασης και νέα 3G συσκευή κινητής τηλεφωνίας, γεγονός το οποίο θα αυξήσει το κόστος εκκίνησης της υπηρεσίας και για τον πάροχο αλλά και για τον τελικό συνδρομητή.

Στον παρακάτω πίνακα αποτυπώνονται τα χαρακτηριστικά των τριών λύσεων για οικιακή πρόσβαση που εξετάστηκαν σε αυτό το άρθρο, δηλαδή 2G Femto Cell, 3G Femto Cell και UMA/GAN.

Συνοψίζοντας, τα βασικά πλεονεκτήματα της τεχνολογίας GSM/EDGE για την υλοποίηση των σημείων πρόσβασης τύπου Femto Cell είναι τα εξής:

- Πλήρης συμβατότητα με όλες τις συσκευές κινητής τηλεφωνίας GSM ή/και GSM/

Λύση	UMA/GAN	2G Femto	3G Femto
Συμβατότητα τηλεφώνων	Τηλέφωνα τύπου UMA (WLAN + GSM)	Όλα τα τηλέφωνα (2G & 3G)	3G τηλέφωνα
Δεδομένα σε υπολογιστή	Wi-Fi 54 Mbps	Wi-Fi 54 Mbps	HSPA 14.4 Mbps Wi-Fi 54 Mbps
Δεδομένα για τηλεφωνικές εφαρμογές	Wi-Fi 54 Mbps	100 Kbps (GPRS EDGE)	HSPA 14.4 Mbps
Τύπος σταθμού βάσης	DSL δρομολογητής με WLAN διεπαφή	2G Femto - Cell	3G Femto - Cell
Τεχνολογία τερματικής συσκευής	Wi-Fi	Ανεστραμμένο GSM chipset	Ιδιοπαγές chipset

Πίνακας 1

WCDMA.

- Δυνατότητα αποσυμφόρησης του 2G ή/και 3G δικτύου για υπηρεσίες φωνής αλλά και EDGE δεδομένων του παρόχου.
- Βελτίωση του TCO (Total Cost of Ownership) λόγω της μείωσης του κόστους των παρεχομένων υπηρεσιών (φωνής και δεδομένων)

και την εξοικονόμηση πόρων στο δίκτυο μετάδοσης.

- Δημιουργία "home zones" επιτρέποντας την προσφορά ειδικών χαμηλών χρεώσεων για υπηρεσίες φωνής ή συνδυασμένες "triple/quadruple play" υπηρεσίες για όλα τα μέλη μιας οικογένειας.

Λίγα λόγια για τους αρθρογράφους



Ο κ **Νίκος Κωστόπουλος** γεννήθηκε στην Αθήνα, έχει σπουδάσει Μηχανολόγος Μηχανικός στο πανεπιστήμιο University Degli Studi Dell' Aquila στην Ιταλία ακολουθώντας μεταπτυχιακές σπουδές Μηχανικού Κινητής Τηλεφωνίας και Δορυφορικών Τηλεπικοινωνιών στο πανεπιστήμιο του Surrey στην Αγγλία.

Είναι μέλος του IET (Institute of Engineering & Technology) και έχει εργαστεί στην Vodafone-Panafon ως Μηχανικός Ραδιοδικτύου (Cellular Radio Planner), στην Commercial Communication Networks ως Υπεύθυνος Ανάπτυξης Δορυφορικών συστημάτων (RF & Satellite Link Manager) και στην O2 Αγγλίας ως Σύμβουλος Σχεδιασμού και Ανάπτυξης GSM/3G Ραδιοδικτύου. (Senior Consultant).

Έχει υπηρετήσει σε διάφορες θέσεις ευθύνης στην Ericsson, με πιο πρόσφατη αυτή του Υπεύθυνου στρατηγικής ανάπτυξης προϊόντων ραδιοδικτύου (Strategic Portfolio Manager & Competence Planning, Market Unit SEE) για την αγορά της Ν/Α Ευρώπης.



Ο κ. **Δημήτρης Λογοθέτης** είναι κάτοχος διπλώματος Ηλεκτρολόγου Μηχανικού από το Πανεπιστήμιο Πατρών καθώς και μεταπτυχιακών τίτλων (M.Sc και Ph.D in Electrical Engineering) από το Πανεπιστήμιο Duke της Βόρειας Καρολίνας στις Η.Π.Α. Εργάζεται στον χώρο των τηλεπικοινωνιών από το 1995 σαν στέλεχος επιχειρήσεων στις Η.Π.Α και την Ελλάδα. Βρίσκεται στην Ericsson Hellas από το 2002 κατέχοντας διάφορες θέσεις με πιο πρόσφατη αυτή του Technology Manager.

Εάν επιθυμείτε το COMMUNICATION SOLUTIONS να δημοσιεύσει περισσότερα άρθρα για την **Τεχνολογία Femto-Cell** κυκλώστε το **No 51** στην **κάρτα αναγνωστών**