



«Δημόσια Διαβούλευση αναφορικά με τον Κανονισμό Διαχείρισης Φάσματος και Έγχυσης Ισχύος στο Δίκτυο Πρόσβασης»

Σχόλια Vodafone



Γενικές Παρατηρήσεις

Επί της αρχής θεωρούμε ότι το υπό διαβούλευση κείμενο είναι προς τη σωστή κατεύθυνση, καθώς έχει λάβει σχετικές πρόνοιες ώστε να διασφαλιστεί η συνύπαρξη διαφορετικών τεχνολογιών, στο μέτρο του τεχνικά εφικτού και ακολούθως να εξασφαλιστεί η αποφυγή φαινομένων φασματικών παρεμβολών, στο πλαίσιο διασφάλισης της υψηλής ποιότητας και της απρόσκοπτης παροχής των υπηρεσιών προς τους τελικούς χρήστες.

Εντούτοις παρατηρούμε ότι δεν υφίσταται η σύνδεση, στο βαθμό που κρίνουμε ότι θα έπρεπε να είχε προβλεφθεί, μεταξύ του Κανονισμού Διαχείρισης Φάσματος και Έγχυσης Ισχύος στο Δίκτυο Πρόσβασης και της διαδικασίας εισαγωγής του Vectoring στο δίκτυο πρόσβασης, ως ισχύει βάσει της σχετικής ΑΠ ΕΕΤΤ¹. Ειδικότερα παρατηρούμε ότι ο υπό διαβούλευση Κανονισμός, πέραν μιας γενικής αναφοράς, δεν έχει καμία ειδικότερη μνεία στα ειδικώς προβλεπόμενα στην ως άνω ΑΠ ΕΕΤΤ και ειδικότερα ως προς την επιλεγμένη μέθοδο Vectoring, η οποία θα καθορίσει ουσιαστικά την υλοποίηση/σχεδιασμό των NGA δικτύων.

Στο σημείο αυτό θέλουμε να τονίσουμε ότι πάγιο αίτημα της Εταιρείας μας αλλά και άλλων παρόχων της αγοράς, ήταν η άμεση επικαιροποίηση του Κανονισμού Διαχείρισης Φάσματος και Έγχυσης Ισχύος στο Δίκτυο Πρόσβασης, καθώς συνιστούσε καθοριστικό παράγοντα για τον τεχνικό και επιχειρησιακό σχεδιασμό των παρόχων στο πλαίσιο της εισαγωγής Vectoring στο δίκτυο πρόσβασης και των αντίστοιχων προτύπων/τεχνολογιών που θα εφαρμοστούν μέσω αυτής.

Στο σημείο αυτό και ειδικότερα ως προς την τεχνολογία G.Fast, κρίνουμε καθοριστικής σημασίας να αποσαφηνιστεί και αποτυπωθεί ρητά στον υπό διαβούλευση Κανονισμό, ότι η ανάπτυξη και λειτουργία της τεχνολογίας G.Fast είναι συνυφασμένη με τη μέθοδο του Vectoring, βάσει άλλωστε της διεθνούς βιβλιογραφίας και των σχετικών προτύπων. Η εν λόγω ουσιαστική σύνδεση δεν υφίσταται στο υπό διαβούλευση κείμενο και κρίνουμε επιβεβλημένο να προσδιοριστεί σαφώς στο σύνολό του.

Κατανοούμε ότι ο παρόν κανονισμός, συνιστά ένα τεχνικό κυρίως κείμενο που έχει ως κύριο στόχο να καθορίσει τους κανόνες για την ελαχιστοποίηση των φασματικών παρεμβολών με σκοπό τη παροχή υψηλής ποιότητας ευρυζωνικών υπηρεσιών στους τελικούς χρήστες καθώς και την ισότιμη πρόσβαση των παρόχων στο δίκτυο πρόσβασης, εντούτοις κρίνουμε σημαντικό να αποτυπώνεται ότι λαμβάνει υπόψιν τους ειδικούς όρους και προϋποθέσεις, όπως έχουν καθοριστεί στη διαδικασία αναθέσεων και ανάπτυξης της τεχνολογίας vectoring, βάσει της σχετικής ΑΠ της ΕΕΤΤ η οποία εν τέλει καθορίζει και την πρόσβαση στο δίκτυο πρόσβασης. Στο πλαίσιο άλλωστε της εισαγωγής σε ένα vectoring περιβάλλον

¹ ΑΠ ΕΕΤΤ 792/07/ΦΕΚ 4505/Β/30/12/16 Ορισμός εθνικής αγοράς χονδρικής τοπικής πρόσβασης σε σταθερή θέση, καθορισμός επιχειρήσεων με σημαντική ισχύ στην εν λόγω αγορά και υποχρεώσεις αυτών (4ος Κύκλος Ανάλυσης) «...Παράρτημα 3 – Διαδικασία εισαγωγής τεχνολογίας vectoring - Όροι παροχής της τεχνολογίας VDSL vectoring»



καθορίστηκαν και διενεργήθηκαν και οι σχετικές εργαστηριακές μετρήσεις το προηγούμενο διάστημα με τη συμμετοχή όλων των εμπλεκόμενων της αγοράς, λαμβάνοντας υπόψιν κατά κύριο λόγο την υλοποίηση του vectoring και τις επακόλουθες τεχνολογίες που θα αναπτυχθούν από τους παρόχους (όπως το G.Fast) και τις τυχόν επιπτώσεις του στη διαλειτουργικότητα με άλλες υπηρεσίες/τεχνολογίες.

Ως εκ τούτου κρίνουμε επιβεβλημένο να αποτυπωθεί ρητά η σύνδεση μεταξύ του υπό διαβούλευση κανονισμού με τα εν ισχύ πλέον, προβλεπόμενα για την εισαγωγή της μεθόδου Vectoring στο δίκτυο πρόσβασης, λαμβάνοντας υπόψιν τη δυνατότητα των παρόχων να αναπτύξουν διαφορετικές τεχνολογίες και ακολούθως προάγοντας και προστατεύοντας τις επενδύσεις σε ιεραρχικά ανώτερες τεχνολογίες (FTTH), από την παράλληλη ανάπτυξη του vectoring (Α φάση ανάθεσης).

Όπως έχουμε επισημάνει επανειλημμένα, η ανάπτυξη NGA δικτύων προϋποθέτει σημαντικές επενδύσεις, οι οποίες για να προχωρήσουν, θα πρέπει να έχει διασφαλιστεί πρώτα το πλαίσιο που θα τις ενθαρρύνει και θα τις προστατεύσει. Η κανονιστική δε συνεκτικότητα μεταξύ των επί μέρους ρυθμιστικών προβλέψεων, κρίνεται θεμελιώδους σημασίας, για τη διαμόρφωση ενός σταθερού και ασφαλούς επενδυτικού περιβάλλοντος.



Επιμέρους Παρατηρήσεις

1. Ως προς το άρθρο 2 «Ορισμοί»:

Σε συνέχεια της ως άνω τοποθέτησής μας, κρίνουμε επιβεβλημένο να καταγραφεί ειδικότερη μνεία για την τεχνολογία Vectoring, ως ακολούθως:

« Μέθοδος Vectoring: είναι μια μέθοδος μετάδοσης που χρησιμοποιεί το συντονισμό των σημάτων γραμμής για τη μείωση των επιπέδων παραδιαφωνίας και τη βελτίωση των επιδόσεων μέσω του ζεύγους μεταλλικών καλωδίων. Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται προαιρετικά στη Τεχνολογία VDSL2 και υποχρεωτικά στη Τεχνολογία G.fast».

2. Ως προς το άρθρο 3. «Προδιαγραφές Σημάτων Τεχνολογίας xDSL»

Αντιστοίχως με τα ως άνω κρίνουμε απαραίτητη την προσθήκη ειδικής μνείας ως προς τη τεχνολογία Vectoring και τη σύνδεση του υπό διαβούλευση Κανονισμού με τα προβλεπόμενα στη σχετική ΑΠ της ΕΕΤΤ² για τον ορισμό της εθνικής αγοράς χονδρικής τοπικής πρόσβασης αναφορικά με την εισαγωγή του Vectoring στο δίκτυο πρόσβασης. Συγκεκριμένα θεωρούμε ότι θα πρέπει να καταγραφεί σχετική αναφορά των τεχνολογιών που προϋποθέτουν την εφαρμογή της μεθόδου Vectoring είτε σε επίπεδο προτύπου είτε σε επίπεδο τεχνικής υλοποίησης. Ακολούθως προτείνεται η τροποποίηση της παραγράφου 3 του άρθρου 3 ως εξής:

«3. Τα σήματα τεχνολογίας xDSL που επιβάλλουν ή προϋποθέτουν την εφαρμογή της μεθόδου vectoring θα πρέπει να εισάγονται στα διάφορα σημεία του δικτύου πρόσβασης, λαμβάνοντας υπόψιν τους όρους και προϋποθέσεις που προβλέπονται στη διαδικασία εισαγωγής της τεχνολογίας Vectoring, ως ισχύει βάσει της ΑΠ ΕΕΤΤ 792/07/ΦΕΚ 4505/Β/30/12/16 "Ορισμός εθνικής αγοράς χονδρικής τοπικής πρόσβασης σε σταθερή θέση, καθορισμός επιχειρήσεων με σημαντική ισχύ στην εν λόγω αγορά και υποχρεώσεις αυτών" (4ος Κύκλος Ανάλυσης)».

Ακολούθως προτείνεται η προσθήκη ως 4 της κάτωθι παραγράφου:

² ΑΠ ΕΕΤΤ 792/07/ΦΕΚ 4505/Β/30/12/16 Ορισμός εθνικής αγοράς χονδρικής τοπικής πρόσβασης σε σταθερή θέση, καθορισμός επιχειρήσεων με σημαντική ισχύ στην εν λόγω αγορά και υποχρεώσεις αυτών (4ος Κύκλος Ανάλυσης) «...Παράρτημα 3 – Διαδικασία εισαγωγής τεχνολογίας vectoring - Όροι παροχής της τεχνολογίας VDSL vectoring»



«4. Σε κάθε περίπτωση, η εισαγωγή νέας τεχνολογίας στο δίκτυο πρόσβασης προϋποθέτει αναθεώρηση του Κανονισμού, σύμφωνα με τα οριζόμενα στο άρθρο 11 του παρόντος. Κατ' εξαίρεση είναι δυνατή η εισαγωγή τεχνολογίας xDSL σε σημεία του δικτύου πρόσβασης, προκειμένου να καταστεί δυνατή η διενέργεια δοκιμών από ενδιαφερόμενο πάροχο δικτύων ηλεκτρονικών επικοινωνιών. Στην περίπτωση αυτή ο πάροχος οφείλει να ενημερώσει την ΕΕΤΤ περιγράφοντας αναλυτικά τις δοκιμές που προτίθεται να διενεργήσει εστιάζοντας σε θέματα αναγκαιότητας των δοκιμών αυτών. Η ενημέρωση αυτή οφείλει κατ' ελάχιστο να περιλαμβάνει:

- Τα συγκεκριμένα σημεία εισαγωγής σημάτων τεχνολογίας xDSL που θα χρησιμοποιήσει
- Αναλυτική περιγραφή των τεχνολογιών xDSL που προτίθεται να εισάγει με σαφή αναφορά σε μάσκες περιορισμού φάσματος και συνολικής ισχύος
- Τεχνικές που προτίθεται να υλοποιήσει προκειμένου να ελαχιστοποιηθούν οι παρεμβολές σε ενεργούς Τοπικούς Βρόχους / υποβρόχους
- Χρονικό διάστημα διενέργειας δοκιμών...»

3. Ως προς το άρθρο 4 παράγραφος 5 «Σημεία Εισαγωγής Σημάτων Τεχνολογίας xDSL στο Δίκτυο Πρόσβασης»

Όπως έχουμε ήδη εισηγηθεί³ και επιβεβαιώνεται και από τα αποτελέσματα των εργαστηριακών δοκιμών, είναι ασφαλής η συνύπαρξη του VDSL 17a με το Annex Q (35b). Επίσης υπάρχουν ισχυρές ενδείξεις ότι το Annex Q un-vectored μπορεί να αποδώσει καλύτερα από το VDSL 17a με σημείο εκπομπής τον γενικό κατανεμητή του αστικού κέντρου του ΟΤΕ. Ως εκ τούτου **προτείνεται η υιοθέτηση της τεχνολογίας VDSL2 Profile 35b με σημεία εκπομπής το γενικό κατανεμητή του αστικού κέντρου του ΟΤΕ και τους υπαίθριους κατανεμητές (FTTC)**, δηλαδή να θεωρείται πως σήματα VDSL2 profile 35b περιλαμβάνονται στην γενική τεχνολογία VDSL2. Ως εκ τούτου προτείνεται η κάτωθι τροποποίηση του σχετικού πίνακα:

«...η. VDSL2 με προφίλ, σχήμα κατανομής φάσματος και φασματική πυκνότητα ισχύος ως ορίζονται στον πίνακα που ακολουθεί:

Προφίλ	Σχήμα Κατανομής Φάσματος	Φασματική Πυκνότητα Ισχύος
8b	998	998-M2x-A (B8-4) 998-M2x-B (B8-6)

³ Η από 19/12/2016 ηλεκτρονική ενημέρωση της Εταιρείας μας με θέμα «Επικαιροποίηση Κανονισμού Διαχείρισης Φάσματος και Έγχυσης Ισχύος στο Δίκτυο Πρόσβασης- Συμπεράσματα VODAFONE επί των αποτελεσμάτων».



12a	998	998-M2x-A (B8-4) 998-M2x-B (B8-6)
17a	998ADE17	998ADE17-M2x-A (B8-11) 998ADE17-M2x-B (B8-12)
35b	998ADE35	998ADE35-M2x-A (B8-20) 998ADE35-M2x-B (B8-21)

4. Ως προς το άρθρο 4 παράγραφος 7 «Σημεία Εισαγωγής Σημάτων Τεχνολογίας xDSL στο Δίκτυο Πρόσβασης»

«...δ. G.fast με προφίλ 106a..Ειδικότερα για την χρήση G.fast από υπαίθριο καταναλωτή, αυτή επιτρέπεται μόνο εφόσον στο ίδιο σημείο έγχυσης δεν έχει εγκατασταθεί και VDSL2 με προφίλ 35b. Στην περίπτωση αυτή η φασματική λειτουργία του G.fast περιορίζεται στη φασματική πυκνότητα ισχύος λειτουργίας του πρωτοκόλλου για συχνότητες άνω των 19MHz με χρήση μηχανισμού αποκοπής (masking)».

Σε συνέχεια της ως άνω τοποθέτησής μας, κρίνουμε επιβεβλημένη την κάτωθι αναδιατύπωση:

«...δ. Ειδικότερα για τη χρήση από υπαίθριο καταναλωτή, αυτή επιτρέπεται μόνο εφόσον στο ίδιο σημείο έγχυσης δεν έχει εγκατασταθεί και VDSL2 με προφίλ 35b και υπό την επιφύλαξη και τους περιορισμούς των προβλεπόμενων στη διαδικασία εισαγωγής της τεχνολογίας Vectoring, όπως ρητά προσδιορίζονται τόσο στη πρώτη φάση ανάθεσης όπου ρητά ορίζεται η δραστηριοποίηση ενός μόνο παρόχου στη διάθεση χονδρικών υπηρεσιών VDSL vectoring, όσο και στις λοιπές φάσεις ανάθεσης. Στην περίπτωση που στο ίδιο σημείο έγχυσης έχει εγκατασταθεί και VDSL2 με προφίλ 35b, η φασματική λειτουργία του G.fast περιορίζεται στη φασματική πυκνότητα ισχύος λειτουργίας του πρωτοκόλλου για συχνότητες άνω των 19MHz με χρήση μηχανισμού αποκοπής (masking)».

5. Ως προς το άρθρο 4 παράγραφος 8 «Σημεία Εισαγωγής Σημάτων Τεχνολογίας xDSL στο Δίκτυο Πρόσβασης»

« 8. Στο σημείο εισαγωγής σημάτων κατερχόμενης ζεύξης εντός κτηρίου επιτρέπεται, υπό τους περιορισμούς του άρθρου 5, μόνο η εισαγωγή σημάτων τεχνολογίας G.fast με προφίλ 106a. Στην



περίπτωση αυτή η φασματική λειτουργία του G.fast περιορίζεται στη φασματική πυκνότητα ισχύος λειτουργίας του πρωτοκόλλου για συχνότητες άνω των 30MHz με χρήση μηχανισμού αποκοπής (masking).»

θα θέλαμε καταρχήν να επισημάνουμε τη διεθνή πρακτική που προβλέπει ότι η φασματική λειτουργία του G.fast περιορίζεται στη φασματική πυκνότητα ισχύος λειτουργίας του πρωτοκόλλου για συχνότητες άνω των 35MHz με χρήση μηχανισμού αποκοπής (masking) αντί για 30MHz που προβλέπεται στο υπό διαβούλευση κείμενο, γεγονός που είχαμε επισημάνει και στα σχετικά σχόλια της Εταιρείας μας επί των αποτελεσμάτων των σχετικών μετρήσεων. Ειδικά για τα κτήρια με μικρή ακτινική απόσταση (πχ <100μέτρα) από τον υπερκείμενο υπαίθριο κατανεμητή, η συνύπαρξη της τεχνολογίας VDSL2 με προφίλ 35b στον υπαίθριο κατανεμητή και της τεχνολογίας G.fast σε σημείο εισαγωγής σημάτων κατερχόμενη ζεύξης εντός κτηρίου στην περιοχή κάλυψης, δύναται να οδηγήσει σε εμφάνιση φασματικής παρεμβολής μεταξύ των δύο τεχνολογιών με πιθανή υποβάθμιση των παρεχομένων συνδέσεων.

Σε συνέχεια της ως άνω τοποθέτησής μας, κρίνουμε επιβεβλημένη την κάτωθι αναδιατύπωση:

« 8. Στο σημείο εισαγωγής σημάτων κατερχόμενης ζεύξης εντός κτηρίου επιτρέπεται, υπό τους περιορισμούς του άρθρου 5, μόνο η εισαγωγή σημάτων τεχνολογίας G.fast με προφίλ 106a και υπό την επιφύλαξη και τους περιορισμούς των προβλεπόμενων στη διαδικασία εισαγωγής της τεχνολογίας Vectoring, όπως ρητά προσδιορίζονται τόσο στη πρώτη φάση ανάθεσης όπου ρητά ορίζεται η δραστηριοποίηση ενός μόνο παρόχου στη διάθεση χονδρικών υπηρεσιών VDSL vectoring, όσο και στις λοιπές φάσεις ανάθεσης. Στην περίπτωση αυτή η φασματική λειτουργία του G.fast περιορίζεται στη φασματική πυκνότητα ισχύος λειτουργίας του πρωτοκόλλου για συχνότητες άνω των 35MHz με χρήση μηχανισμού αποκοπής (masking).»

6. Ως προς το άρθρο 4 «Σημεία Εισαγωγής Σημάτων Τεχνολογίας xDSL στο Δίκτυο Πρόσβασης»

Θεωρούμε ότι θα πρέπει να προστεθεί ειδική μνεία ώστε να είναι ξεκάθαρη η σύνδεση του υπό διαβούλευση Κανονισμού με τα προβλεπόμενα στη διαδικασία Vectoring, ως ισχύει και συγκεκριμένα ότι η παροχή σχετικών υπηρεσιών γίνεται από έναν και μόνο πάροχο λόγω της μεθόδου Vectoring, ως ισχύει και στη τεχνολογία G.fast. Βάσει των προτύπων και της διεθνούς βιβλιογραφίας, τόσο από τις δοκιμές που διενήργησε η Εταιρεία μας σε επίπεδο εργαστηρίου με τεχνολογία G.fast (με δύο κατασκευαστικούς οίκους ADTRAN, NOKIA) όσο και κατά τις εργαστηριακές μετρήσεις που εκτελέστηκαν στο πλαίσιο της Επικαιροποίησης του Κανονισμού Διαχείρισης Φάσματος και Έγχυσης Ισχύος, όλες οι υλοποιήσεις G.fast εφαρμόζουν υποχρεωτικά τη τεχνική Vectoring προκειμένου να καταστούν εφαρμόσιμες. Επισυνάπτεται ως παράρτημα στο παρόν περαιτέρω ανάλυση σχετικά με την υποχρεωτική εφαρμογή της μεθόδου Vectoring σε κάθε υλοποίηση G.fast.



Σε κάθε περίπτωση και σύμφωνα με τα προβλεπόμενα στη σχετική ΑΠ ΕΕΤΤ, υφίσταται σχετική πρόνοια για τη δυνατότητα συνύπαρξης πέραν του ενός παρόχου (Multioperator Vectoring)⁴. Συνεπώς σε περίπτωση που είτε η τεχνολογική εξέλιξη επιτρέπει την συνύπαρξη δύο τεχνολογιών G.fast σε σημείο εισαγωγής σημάτων κατερχόμενης ζεύξης εντός κτηρίου είτε ο δεύτερος πάροχος εγκαταστήσει ανεξάρτητο **δίκτυο μεταλλικών καλωδίων** (οπότε δεν τίθεται θέμα φασματικών παρεμβολών), η παράγραφος αυτή δεν θα έχει εφαρμογή.

Ως εκ τούτου προτείνεται η κάτωθι προσθήκη σε συνέχεια των παραγράφων του άρθρου 4, ως εξής:

«12. Σε κάθε περίπτωση εισαγωγής τεχνολογίας G.fast σε σημείο εισαγωγής σημάτων κατερχόμενης ζεύξης εντός κτηρίου, η παροχή σχετικών υπηρεσιών γίνεται από έναν και μόνο πάροχο, αυτόν που εγκαθιστά και θέτει σε λειτουργία πρώτος εξοπλισμό G.fast εντός του κτηρίου και υπό την επιφύλαξη των προβλεπόμενων στη διαδικασία της εισαγωγής της τεχνολογίας vectoring στο δίκτυο πρόσβασης.»

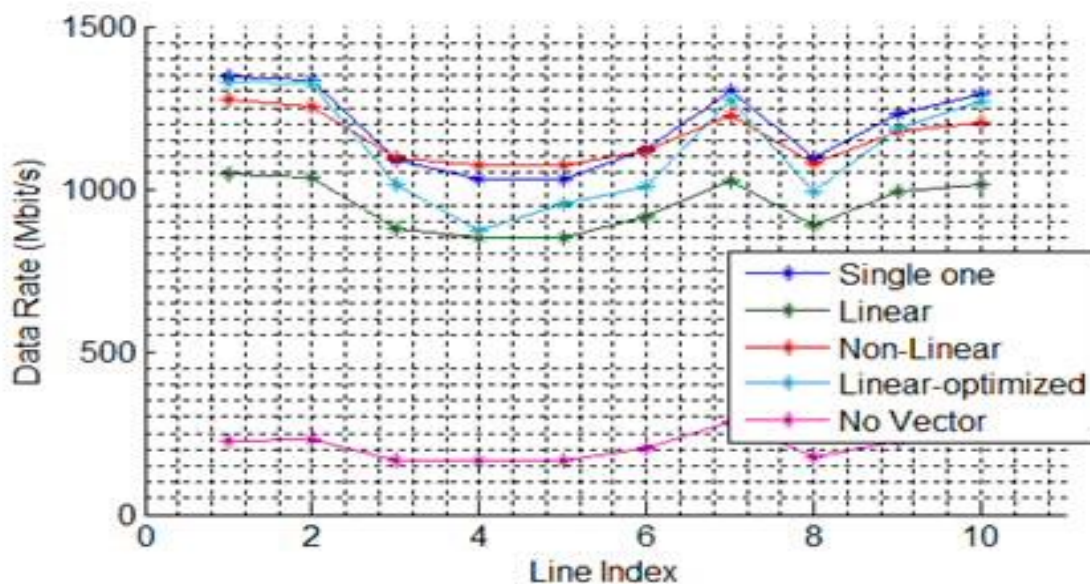
⁴ ΑΠ ΕΕΤΤ 792/07/ΦΕΚ 4505/Β/30/12/16 Ορισμός εθνικής αγοράς χονδρικής τοπικής πρόσβασης σε σταθερή θέση, καθορισμός επιχειρήσεων με σημαντική ισχύ στην εν λόγω αγορά και υποχρεώσεις αυτών (4ος Κύκλος Ανάλυσης) «...Παράρτημα 3 – Διαδικασία εισαγωγής τεχνολογίας vectoring - Όροι παροχής της τεχνολογίας VDSL vectoring.....Ε. MULTIOPERATOR VECTORING... Εφόσον ένας πάροχος τεκμηριώσει ότι είναι τεχνικά δυνατόν να υλοποιήσει ΤοΥΒ ή VDSL vectoring ή άλλη τεχνολογία NGA στην ίδια καμπίνα, στην οποία ο ΟΤΕ ή άλλος πάροχος έχει ήδη υλοποιήσει vectoring ή έχει συμπεριληφθεί στο εγκεκριμένο σχέδιο του ΟΤΕ ή κάποιου άλλου παρόχου, ο πάροχος που υλοποιεί το vectoring είναι υποχρεωμένος να συνεργαστεί μαζί με τον πρώτο πάροχο για να βρεθεί μια κοινά αποδεκτή λύση συλλειτουργίας των υπηρεσιών...»



Παράρτημα

G.fast & Vectoring

Η απόδοση σε συστήματα με την τεχνολογία G.fast περιορίζεται σε μεγάλο βαθμό από τα φαινόμενα διαφωνίας (crosstalk) μεταξύ πολλαπλών μεταλλικών ζευγών σε ένα καλώδιο. Η τεχνική ακύρωσης Αυτο-FEXT (far-end crosstalk ή τηλεδιαφωνία) που ονομάζεται επίσης Vectoring, είναι υποχρεωτική σε κάθε υλοποίηση G.fast. Χωρίς την εφαρμογή της τεχνικής Vectoring, οι ρυθμοί καθόδου της τεχνολογίας G.fast υποβαθμίζονται σε μεγάλο βαθμό, ώστε να εμφανίζονται και φαινόμενα αστάθειας. Η τεχνολογία Vectoring για VDSL2, έχει καθοριστεί από την ITU-T στο πρότυπο G.993.5, που είναι επίσης γνωστή ως και G.vector. Η πρώτη έκδοση της τεχνολογίας G.fast υποστηρίζει μια βελτιωμένη έκδοση του γραμμικού συστήματος κωδικοποίησης (linear precoding scheme) σύμφωνα με το πρότυπο G.993.5, ενώ στην εξέλιξη της τεχνολογίας προβλέπεται η υιοθέτηση μη-γραμμικής κωδικοποίησης (non-linear precoding) ως μελλοντική τροποποίηση. Δοκιμές από τους κατασκευαστικούς οίκους Huawei και Alcatel δείχνει ότι οι μη-γραμμικοί αλγόριθμοι κωδικοποίησης μπορεί να παρέχουν κατά προσέγγιση ως και 25% βελτιωμένους ρυθμούς μετάδοσης δεδομένων σε σύγκριση με γραμμική κωδικοποίηση σε πολύ υψηλές συχνότητες. Σχετικά αποτελέσματα εμφανίζονται στον κάτωθι πίνακα:



Πίνακας Ι: Απόδοση ρυθμών μετάδοσης G.fast⁵

⁵ Πηγή: ["G.fast: Moving Copper Access into the Gigabit Era"](#). Huawei. Retrieved 2014-02-13.