



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΛΙΚΩΝ

Ποιότητα υπηρεσιών και επιβιωσιμότητα δημόσιων
τηλεπικοινωνιακών δικτύων

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Ανδρέας Λ. Τσενεκίδης

Επιβλέπων: Παναγιώτης Π. Κωττής
Καθηγητής, Σχολή ΗΜΜΥ, Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Σεπτέμβριος 2014



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΛΙΚΩΝ

Ποιότητα υπηρεσιών και επιβιωσιμότητα δημόσιων
τηλεπικοινωνιακών δικτύων

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Ανδρέας Λ. Τσενεκίδης

Επιβλέπων: Παναγιώτης Π. Κωττής, Καθηγητής, Σχολή ΗΜΜΥ, Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή επιτροπή την

.....

.....

.....

Παναγιώτης Κωττής
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Χρήστος Καψάλης
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Γεώργιος Φικιώρης
Αν. Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Σεπτέμβρης 2014

.....
Ανδρέας Λ. Τσενεκίδης

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών Ε.Μ.Π.

Copyright © Ανδρέας Λ. Τσενεκίδης 2014

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν το συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά το Καθηγητή Παναγιώτη Κωττή αρχικά καθώς υπήρξε με το μάθημα κορμού της σχολής ΗΜΜΥ, “Εισαγωγή στις Τηλεπικοινωνίες”, που διδάσκει, ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες ώστε να επιλέξω την κατεύθυνση Τηλεπικοινωνιών. Επιπλέον, θα ήθελα να τον ευχαριστήσω για το γεγονός ότι εγγυήθηκε για το πρόσωπό μου στην Ε.Ε.Τ.Τ ώστε να αναλάβω με την συνεργασία της το παρόν θέμα. Τέλος, για την καθοδήγηση και τις υποδείξεις του καθ’ όλη τη διάρκεια εκπόνησης της διπλωματικής εργασίας.

Επιπλέον, οφείλω να ευχαριστήσω τις Κυρίες Φραγκουλοπούλου Σοφία, Βυτόγιαννη Ελένη και τον Κύριο Κολυβά Γεώργιο της Ε.Ε.Τ.Τ. για την άψογη συνεργασία που είχαμε καθώς και για τις υποδείξεις και τις συμβουλές που μου έδωσαν.

Τέλος, ευχαριστώ πάνω από όλους την οικογένεια μου για όλη την στήριξη που μου έχει προσφέρει τόσο κατά τα ακαδημαϊκά μου έτη όσο και νεότερα και με την βεβαιότητα ότι η στήριξη αυτή θα συνεχιστεί και στο μέλλον.

Περίληψη

Αναμφισβήτητα, οι τηλεπικοινωνίες αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι της καθημερινής ζωής του σύγχρονου ανθρώπου. Οι απαιτήσεις των καταναλωτών για αξιόπιστη επικοινωνία αυξάνονται καθώς η εξάρτηση τους τόσο στην επαγγελματική όσο και στην προσωπική τους ζωή αυξάνεται με την πάροδο των ετών. Έννοιες όπως η ποιότητα των παρεχόμενων τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών και η επιβιωσιμότητα των δημοσίων τηλεπικοινωνιακών δικτύων αποκτούν βαρύνουσα σημασία και αποτελούν τις βασικές έννοιες που απασχολούν την παρούσα διπλωματική εργασία.

Η μελέτη αρχίζει με τον προσδιορισμό των Δεικτών Ποιότητας (Δ.Π.), που αποτιμούν την ποιότητα των παρεχόμενων προς το κοινό δημόσιων υπηρεσιών σταθερής τηλεφωνίας και συστημάτων κινητών υπηρεσιών.

Στη συνέχεια, παρουσιάζεται εκτενής ανάλυση των ηλεκτρικών μετρήσεων του τοπικού βρόχου, που ως στόχο έχουν τον προσδιορισμό ενδεχόμενης βλάβης του τοπικού βρόχου. Παρουσιάζονται οι μετρούμενες ηλεκτρικές παράμετροι του τοπικού βρόχου, ο τρόπος διεξαγωγής των αναγκαίων μετρήσεων, τα επιθυμητά όρια των μετρήσεων και τα συμπεράσματα που προκύπτουν ανάλογα με την μετρούμενη τιμή της ηλεκτρικής παραμέτρου.

Τέλος, εξετάστηκε επιβιωσιμότητα των δημοσίων τηλεπικοινωνιακών δικτύων. Παρουσιάστηκαν ενδεικτικοί δείκτες που ως στόχο έχουν να παρέχουν στους τηλεπικοινωνιακούς παρόχους αντιπροσωπευτική αποτίμηση της ανθεκτικότητας των δικτύων τους. Επιπλέον, παρουσιάζονται οι ελάχιστες υποχρεώσεις των τηλεπικοινωνιακών παρόχων προκειμένου να διασφαλίζεται η Διαθεσιμότητα των δημόσιων τηλεφωνικών υπηρεσιών και η αδιάλειπτη πρόσβαση σε υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης ακόμα και σε περίπτωση καταστροφικής βλάβης ή ανωτέρας βίας.

Λέξεις-Κλειδιά

Δείκτες ποιότητας υπηρεσιών, βλαβοδιαχείριση, μετρήσεις τοπικού βρόχου, επιβιωσιμότητα δικτύου, ακεραιότητα δικτύου, διαθεσιμότητα δικτύου, υπηρεσίες εκτάκτων αναγκών.

Abstract

Undoubtedly, communications are an integral part of everyday life of modern human. Consumer demands increase, as the dependence of consumers on both their professional and personal lives is increasing over the years. Concepts such as quality of telecommunication services and the survivability of public telecommunications networks gain importance and are the key concepts that we employ in the context of this thesis.

The study begins by identifying the Quality Indicators (QI), which assess the quality of services to the common public fixed telephony network and mobile communications systems.

Then, the electrical measurements at the local loop, which are designed to determine the possible damage of the local loop, are thoroughly presented. Presented are also, the measured electrical parameters of the local loop, the methodology of the necessary measurements, the desired limits of the measurements and conclusions set according to the measured value of the electrical parameter.

Finally, the survivability of public telecommunications networks is addressed. Indicative indicators were presented, which are designed to provide telecom operators with a representative indication of the resilience of their networks. Moreover, the minimum requirements for telecommunications providers are presented in order to ensure availability of public telephone services and uninterrupted access to emergency services even in the event of catastrophic failure or force majeure.

Key words

Quality of service indicators, failure management, Metallic Line Testing, local loop measurements, network survivability, network integrity, network availability, emergency services.

Περιεχόμενα

1	Δείκτες ποιότητας παρεχόμενων προς το κοινό υπηρεσιών ηλεκτρονικών επικοινωνιών	1
1.1	Εισαγωγή	1
1.2	Δείκτες Ποιότητας Σταθερής Τηλεφωνίας	2
1.2.1	Ποσοστό Αποτυχίας Κλήσεων	2
1.2.2	Ποσοστό κοινοχρήστων τηλεφώνων σε κατάσταση λειτουργίας	4
1.2.3	Ποιότητα σύνδεσης για ομιλία	5
1.2.4	Χρόνος παροχής για αρχική σύνδεση	8
1.2.5	Συχνότητα αναφορών βλάβης ανά σύνδεση	9
1.2.6	Χρόνος αποκατάστασης βλαβών	9
1.3	Δείκτες Ποιότητας Υπηρεσιών Συστημάτων Κινητών Επικοινωνιών	10
1.3.1	Δείκτες ανεξάρτητοι της υπηρεσίας	10
1.3.2	Δείκτες υπηρεσίας τηλεφωνίας	12
1.3.3	Δείκτες υπηρεσίας εικονοτηλεφωνίας	15
1.3.4	Δείκτες ποιότητας web browsing	16
1.3.4	Χαρακτηριστικά μετρητικής διάταξης ποιότητας υπηρεσιών συστημάτων κινητών επικοινωνιών	18
1.4	Ιστότοπος ΕΕΤΤ	22
2	Βλαβοδιαχείριση Τοπικού Βρόχου	25
2.1	Εισαγωγή	25
2.1.1	Ψηφιακή Γραμμή Συνδρομητή	25
2.1.2	Ασύμμετρη Ψηφιακή Γραμμή Συνδρομητή (ADSL)	27
2.1.3	Τοπικός Βρόγχος	29

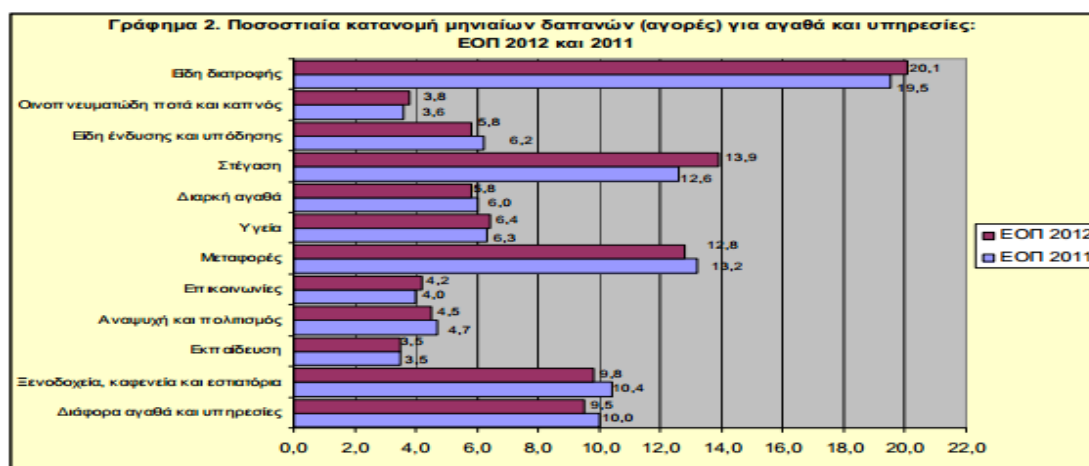
2.2 Μετρήσεις Βλαβοδιαχείρισης Τοπικού Βρόγχου	34
2.2.1 Διάταξη ελέγχου ηλεκτρικών μετρήσεων	34
2.2.2 Διαδικασία μετρήσεων και όρια τιμών	39
2.2.3 Παρατηρήσεις	46
3 Δείκτες Ανθεκτικότητας-Ακεραιότητας δικτύων και υπηρεσιών	47
3.1 Εισαγωγή	47
3.2 Ανθεκτικότητα- Ακεραιότητα Δικτύων και υπηρεσιών	47
3.2.1 Εισαγωγή- Ορισμοί	47
3.2.2 Προκλήσεις και προτάσεις μελέτης ENISA	49
3.2.3 Τεχνική έκθεση ENISA	56
3.3 Επίλογος	84
4 Διασφάλιση διαθεσιμότητας δημοσίων τηλεφωνικών υπηρεσιών σε περιπτώσεις ανωτέρας βίας/καταστροφικών βλαβών	87
4.1 Εισαγωγή	87
4.2 Μέτρα και ενέργειες κρατών για την διασφάλιση τηλεπικοινωνιών σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης	87
4.2.1 Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής	87
4.2.2 Ευρωπαϊκή Ένωση	90
4.2.3 Ελλάδα	90
4.2.4 Διαχείριση Επιχειρησιακής Συνέχειας – BCM	93
4.2.5 Εθνική Περιαγωγή Κινητών Δικτύων	109
5. Υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης	127
5.1 Εισαγωγή	127
5.2 Βασική Αρχιτεκτονική υπηρεσίας εκτάκτων αναγκών	128
5.3 Απαιτήσεις που αφορούν τον τελικό χρήστη	129

5.3.1 Απαιτήσεις ανάλογα με τον τύπο του τερματικού και την τεχνολογία	129
5.3.2 Ποιότητα φωνής κλήσεων εκτάκτων αναγκών	132
5.3.3 Διασφάλιση της μεταβίβασης της κλήσης έκτακτης ανάγκης	133
5.3.4 Ανάθεση της κλήσης στο κατάλληλο PSAP	133
5.3.5 Χρήση Υπηρεσίας Συντόμων Μηνυμάτων (Short Message Service-SMS)	133
5.4 Αναγνώριση και διαχείριση των κλήσεων εκτάκτων αναγκών	134
5.4.1 Πληροφορίες που σχετίζονται με την κλήση έκτακτης ανάγκης	134
5.4.2 Διαχείριση των δικτύων που υποστηρίζουν τις κλήσεις εκτάκτων αναγκών	136
5.5 Ανθεκτικότητα δικτύων εκτάκτων αναγκών	136
5.5.1 Μετάδοση από το δίκτυο πρόσβασης στο PSAP	137
5.5.2 Ανθεκτικότητα PSAP	138
5.6 Ετοιμότητα Υπηρεσιών εκτάκτων αναγκών	139
6 Συμπεράσματα-Συμβολή.....	141
Βιβλιογραφία	146

1 Δείκτες ποιότητας παρεχόμενων προς το κοινό υπηρεσιών ηλεκτρονικών επικοινωνιών

1.1 Εισαγωγή

Είναι γεγονός ότι οι τηλεπικοινωνίες και συγκεκριμένα η τηλεφωνία αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι στη ζωή του σύγχρονου Έλληνα. Όπως φανερώνει και το ακόλουθο διάγραμμα, τα ελληνικά νοικοκυριά αφιερώνουν ένα σημαντικό ποσό των μηνιαίων τους δαπανών για την επικοινωνία.



Σχήμα1.1 Ποσοστιαία κατανομή μηνιαίων δαπανών, Πηγή ΕΛΣΤΑΤ

Το ποσό που δαπανά η ελληνική οικογένεια για την επικοινωνία κάθε χρόνο αυξάνεται. Με σκοπό λοιπόν την προστασία του καταναλωτή σε θέματα σχετικά με τις τηλεπικοινωνίες, έχει θεσμοθετηθεί η Εθνική Επιτροπή Τηλεπικοινωνιών και Ταχυδρομείων (Ε.Ε.Τ.Τ.). Πρόκειται για την Ανεξάρτητη Αρχή που αποτελεί τον Εθνικό Ρυθμιστή που ελέγχει, ρυθμίζει και εποπτεύει (α) την αγορά ηλεκτρονικών επικοινωνιών, στην οποία δραστηριοποιούνται οι εταιρείες σταθερής και κινητής τηλεφωνίας, ασύρματων επικοινωνιών και διαδικτύου και (β) την ταχυδρομική αγορά, στην οποία δραστηριοποιούνται οι εταιρείες παροχής ταχυδρομικών υπηρεσιών και υπηρεσιών ταχυμεταφοράς. Επιπλέον, η Ε.Ε.Τ.Τ. ασκεί τις αρμοδιότητες Επιτροπής Ανταγωνισμού στις εν λόγω αγορές.

Στο πλαίσιο της λειτουργίας της Ε.Ε.Τ.Τ. εκδόθηκε το Νοέμβριο του 2011 η υπ' αριθ. ΑΠ. 621/011/27-09-2011 Απόφαση (ΦΕΚ 2417/Β/1-11-2011). Σκοπός της είναι ο

ορισμός, η μεθοδολογία μέτρησης καθώς και ο τρόπος και χρόνος δημοσίευσης των ελάχιστων, αντικειμενικών και συγκρίσιμων Δεικτών Ποιότητας (Δ.Π.) παρεχόμενων προς το κοινό υπηρεσιών ηλεκτρονικών επικοινωνιών, ώστε οι τελικοί χρήστες να διευκολύνονται, αφενός, στη σύγκριση της ποιότητας υπηρεσιών που παρέχονται από διαφορετικούς παρόχους υπηρεσιών ηλεκτρονικών επικοινωνιών και, αφετέρου, στην πιστοποίηση στο μέτρο του δυνατού, της ποιότητας υπηρεσιών που ήδη τους παρέχονται.

Η παρούσα απόφαση αφορά υπηρεσίες α) σταθερής τηλεφωνίας β) συστημάτων κινητής τηλεφωνίας γ) σταθερών ευρυζωνικών υπηρεσιών και υπηρεσιών VoIP δ) εξυπηρέτησης τελικών χρηστών ε) πληροφοριών καταλόγου. Στη παρούσα διπλωματική εργασία αναλύονται οι δείκτες ποιότητας για τις δύο πρώτες κατηγορίες υπηρεσιών. Αυτές της σταθερής και αυτές των συστημάτων κινητής τηλεφωνίας.

1.2 Δείκτες Ποιότητας Σταθερής Τηλεφωνίας

Οι υπόχρεοι πάροχοι σταθερής τηλεφωνίας μετρούν και παρουσιάζουν τους ακόλουθους Δείκτες Ποιότητας (Δ.Π.) των υπηρεσιών σταθερής τηλεφωνίας που παρέχουν:

1.2.1 Ποσοστό Αποτυχίας Κλήσεων

Ο Δ.Π. F01 εκφράζει την πιθανότητα αποτυχίας κλήσεων σε συγκεκριμένη χρονική περίοδο, ως ποσοστό αποτυχημένων κλήσεων με ακρίβεια 2 δεκαδικών ψηφίων και υπολογίζεται χωριστά για εθνικές και διεθνείς κλίσεις. Ορίζεται ως ο λόγος

$$F01 = \frac{\text{Πλήθος Αποτυχημένων κλήσεων}}{\text{Πλήθος επιχειρησίων κλήσεων σε συγκεκριμένη χρονική περίοδο}} * 100\% \quad (1.1)$$

Ως αποτυχημένη κλήση θεωρείται η απόπειρα κλήσης σε έναν έγκυρο αριθμό, κατάλληλα καλούμενο, η οποία ακολουθεί τόνο πληκτρολόγησης (dial tone), και για την οποία δεν έχει αναγνωρισθεί στη γραμμή πρόσβασης του καλούντος χρήστη μέσα σε χρονικό διάστημα 30 δευτερολέπτων από τη στιγμή που η πληροφορία διεύθυνσης (δηλαδή το τελευταίο ψηφίο του αριθμού του συνδρομητή που καλείται) γίνει δεκτή από το δίκτυο ένα από τα κατωτέρω:

- Τόνος κατειλημμένου (busy tone)
- Τόνος κουδουνίσματος (ringing tone)
- Κάποιο άλλο σήμα ενδεικτικό της επιτυχίας της κλήσης

1.2.1.1 Μεθοδολογία Μέτρησης

Για τον υπολογισμό του Δ.Π. F01 χρησιμοποιούνται κλήσεις ελέγχου (test calls) από ένα αντιπροσωπευτικό αριθμό Τοπικών Κέντρων (Κέντρων Εκκίνησης, ΚΕ) προς ένα αντιπροσωπευτικό σύνολο παραληπτών. Οι μετρήσεις στα ΚΕ πραγματοποιούνται από την πλευρά του συνδρομητή, όπως στο Γενικό Καταναμητή (Main Distribution Frame) ή άλλο σημείο σύνδεσης ή καταναμητή του δικτύου πρόσβασης, σε ζεύγη καλωδίων τελικών χρηστών.

Ο ελάχιστον αριθμός απαιτούμενων κλήσεων ελέγχου, χωριστά για εθνικές και διεθνείς κλήσεις ορίζεται στις 20.000, υποθέτοντας σχετική ακρίβεια 15% και διάστημα εμπιστοσύνης 95% βασιζόμενο στο πρότυπο ETSI EG 202 057 v1.3.1.

Τα Κέντρα Εκκίνησης επιλέγονται και κατανέμονται χωρικά ανάλογα με την γεωγραφική περιοχή στην οποία προσφέρεται η υπηρεσία και σε κάθε περίπτωση εξαρτώνται από το εύρος κάλυψης της υπηρεσίας που εξετάζεται κατά περίπτωση. Επιπλέον, ανάλογα με το πλήθος τελικών χρηστών που εξυπηρετεί η προσφερόμενη υπηρεσία, κατανέμονται χρονικά και στα διάφορα Κέντρα Εκκίνησης, οι Εβδομάδες Μέτρησης (EM). Ο αριθμός των αρχικών EM υπολογίζεται από το λόγο του αριθμού των απαιτούμενων παρατηρήσεων δια του αριθμού των μετρήσεων ανά EM στρογγυλοποιημένο στον αμέσως μεγαλύτερο ακέραιο. Οι EM κατανέμονται στα Κέντρα Εκκίνησης ανάλογα με τη γεωγραφική περιοχή και το εύρος κάλυψης της

υπηρεσίας. Ενδεικτικά, για υπηρεσία πανελλαδικής κάλυψης, ο πάροχος επιλέγει ένα ΚΕ στην Περιφέρεια Αττικής στο οποίο κατανέμονται το 60% των ΕΜ, ένα ΚΕ στην Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας στο οποίο κατανέμονται το 20 % των ΕΜ και άλλα 3 ΚΕ στην Υπόλοιπη Ελλάδα σε έκαστο των οποίων κατανέμεται από 6,67% των ΕΜ.

Ορίζονται δύο διαφορετικές περίοδοι μέτρησης για το Δ.Π. F01 κατά τις οποίες συλλέγονται και γίνεται επεξεργασία των δεδομένων, σε εξαμηνιαία βάση. Η πρώτη περίοδος αρχίζει την 2^α Ιανουαρίου κάθε έτους και διαρκεί μέχρι την 30^η Ιουνίου, και η δεύτερη περίοδος αρχίζει την 1^η Ιουλίου κάθε έτους και διαρκεί μέχρι την 30^η Δεκεμβρίου. Σε κάθε περίοδο μέτρησης και εφόσον είναι δυνατό, επιλέγεται διαφορετικό ΚΕ στις Περιφέρειες Αττικής και Κεντρικής Μακεδονίας και διαφορετική Περιφέρεια για την Υπόλοιπη Ελλάδα. Κάθε ΚΕ για κάθε ημέρα μέτρησης εκκινεί εθνικές και διεθνείς δοκιμαστικές κλήσεις προς όλες τις δυνατές κατηγορίες προορισμού. Ο αριθμός των δοκιμαστικών κλήσεων σταθμίζεται ανάλογα με τη συνολική εξερχόμενη κίνηση που εκκινεί και διεκπεραιώνει ο πάροχος σε κάθε κατηγορία προορισμού. Στην περίπτωση των εθνικών κλήσεων, οι κατηγορίες προορισμού περιλαμβάνουν α) κλήσεις στο ίδιο δίκτυο, β) κλήσεις προς σταθερά σε άλλα δίκτυα, γ) κλήσεις προς κινητά δίκτυα. Στην περίπτωση των διεθνών κλήσεων οι κατηγορίες προορισμού περιλαμβάνουν: α) κλήσεις προς σταθερά δίκτυα, β) κλήσεις προς κινητά δίκτυα.

Επιπλέον, ισχύει ότι οι τηλεφωνικοί αριθμοί των κλήσεων ελέγχου (test calls) είναι δοκιμαστικοί αριθμοί (test numbers), οι οποίοι χρησιμοποιούνται για το σκοπό αυτό και δεν αντιστοιχούν σε συνδρομητές και τερματίζουν σε τυποποιημένες τερματικές συσκευές τελικών χρηστών. Επίσης, τα ΚΕ για εθνικές και διεθνείς κλήσεις είναι κοινά και η στάθμιση στις προαναφερθείσες κατηγορίες προορισμού εθνικών και διεθνών κλήσεων ελέγχου, καθώς και στους επιμέρους τηλεφωνικούς αριθμούς, δεν μεταβάλλεται κατά τη διάρκεια της τρέχουσας περιόδου μέτρησης.

1.2.2 Ποσοστό κοινοχρήστων τηλεφώνων σε κατάσταση λειτουργίας.

Ο Δ.Π. F02 εκφράζει το ποσοστό των κοινοχρήστων τηλεφώνων σε πλήρη κατάσταση λειτουργίας, όπου ο τελικός χρήστης έχει τη δυνατότητα να εκμεταλλευθεί το σύνολο

των υπηρεσιών που μπορούν να προσφερθούν από αυτά όπως αυτά διατίθενται σε κανονική βάση, δηλαδή όταν δεν έχουν βλάβη. Ορίζεται ως ο λόγος

$$F02 = \frac{\text{Συνολικό άθροισμα ημερών "κοινοχρήστων τηλεφώνων σε κατάσταση λειτουργίας"}}{\text{Συνολικό άθροισμα ημερών "κοινοχρήστων τηλεφώνων"}} * 100 \quad (1.2)$$

Ως ημέρα “κοινοχρήστων τηλεφώνων σε κατάσταση λειτουργίας” θεωρείται η κατάσταση όπου ένα κοινόχρηστο τηλέφωνο είναι σε κατάσταση λειτουργίας για όλη τη διάρκεια μιας ημέρας (24ωρη βάση).

1.2.3 Ποιότητα σύνδεσης για ομιλία

Ο Δ.Π. F03 αποτελεί δείκτη ποιότητας της ομιλίας από άκρο σε άκρο σε μια κλήση φωνητικής υπηρεσίας στο ίδιο δίκτυο. Εκφράζεται με έναν από τους παρακάτω όρους κατηγοριών ποιότητας: πολύ υψηλή, υψηλή, μέτρια, πολύ χαμηλή, πολύ χαμηλή.

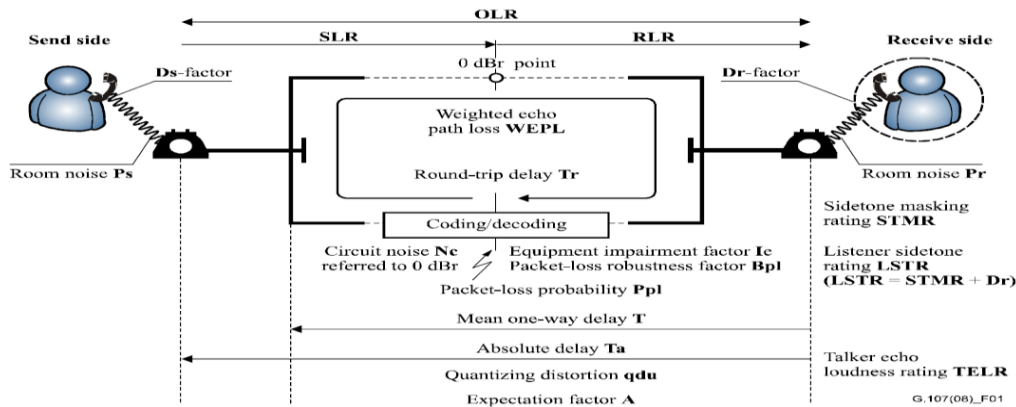
1.2.3.1 Το υπολογιστικό μοντέλο E-Model

Ο υπολογισμός του Δ.Π. F03 βασίζεται στο «E-Model», που περιγράφεται αναλυτικά στη Σύσταση (Recommendation) G.107 της ITU. Το E-Model βασίζεται στη μέθοδο απομείωσης του συντελεστή εξοπλισμού (impairment factor), ακολουθώντας παλαιότερα μοντέλα αξιολόγησης μετάδοσης. Αναπτύχθηκε από την ομάδα “Voice Transmission Quality from Mouth to Ear” του ETSI.

Η πολυπλοκότητα των σύγχρονων δικτύων όσον αφορά το σχεδιασμό μετάδοσης, δηλαδή τον τρόπο που σχεδιάζεται το δίκτυο ανάλογα με την υπηρεσία που πρέπει να εξυπηρετήσει, επιβάλλει να μην εξετάζονται μόνο ατομικά οι διάφορες παράμετροι εκπομπής, αλλά να συνυπολογίζεται και η συνδυαστική επίδρασή τους. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί μέσω έξυπνης, ενημερωμένης πρόβλεψης, αν και είναι επιθυμητή μια περισσότερο συστημική προσέγγιση μέσω κατάλληλου υπολογιστικού μοντέλου. Η έξοδος του E-Model είναι ο βαθμωτός δείκτης ποιότητας R, που μεταβάλλεται γραμμικά από 0 έως 100 ανάλογα με την συνολική ποιότητα της συνομιλίας.

Η σύνδεση αναφοράς, που απεικονίζεται στο Σχήμα 1.2, χωρίζεται στην πλευρά του αποστολέα και τη πλευρά του παραλήπτη (send side-receive side). Το μοντέλο υπολογίζει την ποιότητα της συνομιλίας από το στόμα στο αυτί, όπως την

αντιλαμβάνεται ο χρήστης στην πλευρά του παραλήπτη (receive side), και ως ομιλητής και ως ακροατής.



Σχήμα 1.2- Σύνδεση αναφοράς E-Model

Οι συντελεστές εκπομπής που λειτουργούν ως είσοδοι στο υπολογιστικό μοντέλο απεικονίζονται επίσης, στο Σχήμα 1.2 και παρουσιάζονται ακολούθως. Οι τιμές από τον θόρυβο του δωματίου (Room noise) και οι παράγοντες D (D-factors), είναι διαχειρίσιμες διαφορετικά από τον αλγόριθμο, για την πλευρά του παραλήπτη και του αποστολέα και μπορεί να έχουν διαφορετικές τιμές. Οι παράμετροι SLR, RLR και θόρυβος κυκλώματος N_c έχουν τιμή αναφοράς 0 dBr (db-relative, δηλαδή 0 decibels σε σχέση με την τιμή αναφοράς). Όλες οι υπόλοιπες παράμετροι είτε θεωρούνται είσοδοι για τη συνολική είσοδο είτε αναφέρονται μόνο στη πλευρά του παραλήπτη. Είσοδο για τη συνολική είσοδο, δηλαδή είσοδος και για την πλευρά του αποστολέα και για την πλευρά του παραλήπτη, αποτελούν οι παράμετροι OLR (που σε κάθε περίπτωση είναι το άθροισμα των παραμέτρων SLR και RLR), το πλήθος των q_{du} , ο συντελεστής I_e που οφείλεται σε απώλειες που εισάγει ο εξοπλισμός που χρησιμοποιείται και ο παράγοντας A που είναι προσθετικός παράγοντας που αντισταθμίζει τις διάφορες απομειώσεις όταν ο χρήστης επωφελείται από άλλα πλεονεκτήματα πρόσβασης (π.χ. αυξημένη κινητικότητα λόγω ύπαρξης ιδιωτικής κωψοφελωτής υποδομής σε ένα κτίριο ή πρόσβασης μέσω δορυφορικής σύνδεσης σε περιοχές δύσκολα προσβάσιμες). Οι παράμετροι που αναφέρονται μόνο στην πλευρά του παραλήπτη είναι οι STMR, LSTR, WEPL, είναι παράμετροι που χρησιμεύουν για τον υπολογισμό της ηχούς στον παραλήπτη (Listener Echo) και ο παράγοντας TELR.

Επιπλέον, υπάρχουν 3 παράμετροι που σχετίζονται με τη διάρκεια εκπομπής και αντικατοπτρίζουν τα διάφορα είδη καθυστέρησης (delay) στην σύνδεση. Αυτές είναι

οι παράμετροι T_a , T , T_r . Η παράμετρος T_a αντιπροσωπεύει την καθυστέρηση μεταξύ του αποστολέα και του παραλήπτη. Η παράμετρος T αντιπροσωπεύει την καθυστέρηση μεταξύ της πλευράς του παραλήπτη (σε περίπτωση που υπάρχει σύνδεση για ομιλία) και το σημείο όπου παρατηρείται σύζευξη σημάτων καθώς υπεισέρχεται και το σήμα της ηχούς από τον ομιλητή. Τέλος, η παράμετρος T_r εκφράζει την μετ' επιστροφής (round-trip) καθυστέρηση, δηλαδή την καθυστέρηση που συμβαίνει σε ένα βρόχο τεσσάρων καλωδίων όπου το διπλά ανακλώμενο σήμα θα προκαλέσει απομειώσεις λόγω της ηχούς του παραλήπτη.

Το αποτέλεσμα κάθε υπολογισμού με το E-Model, είναι ο δείκτης ποιότητας R ο οποίος συνδυάζει όλες τις ανωτέρω παραμέτρους εκπομπής που σχετίζονται με την συγκεκριμένη σύνδεση και υπολογίζεται μέσω της σχέσης

$$R = R_o - I_s - I_d - I_{e_eff} + A \quad (1.3)$$

όπου R_o αντιπροσωπεύει το βασικό σηματοθορυβικό λόγο, συμπεριλαμβανόμενων των πηγών θορύβου

I_s είναι παράγοντας που συνδυάζει όλες τις απομειώσεις που συμβαίνουν στο δίκτυο παράλληλα με το σήμα φωνής.

I_d είναι παράγοντας που εκφράζει τις απομειώσεις στο δίκτυο που οφείλονται στην καθυστέρηση και τον εξοπλισμό.

I_{e_eff} : είναι παράγοντας που εκφράζει τις απομειώσεις στο δίκτυο που οφείλονται στο χαμηλό ρυθμό κώδικα και την πιθανή απώλεια πακέτων.

A είναι ο προσθετικός παράγοντας που αναλύθηκε ανωτέρω.

Οι ανωτέρω συντελεστές και ο τρόπος με τον οποίο προκύπτει ο βασικός σηματοθορυβικός λόγος αναλύονται στη Σύσταση ITU-T G107.

1.2.3.2 Υπολογισμός παραμέτρων του E-Model

Οι παράμετροι εισόδου για το E-Model αντιπροσωπεύουν τα χαρακτηριστικά μετάδοσης των επιλεγμένων διατάξεων αναφοράς. Οι διατάξεις αναφοράς περιλαμβάνουν τυποποιημένες τερματικές συσκευές τελικών χρηστών οι οποίες διατίθενται ευρέως στην ελληνική αγορά. Οι παράμετροι προσδιορίζονται από τιμές

των κατασκευαστών των τερματικών/εξοπλισμού, από τιμές σχεδιασμού των παρόχων δικτύου, ή από πίνακες τιμών των Συστάσεων της ITU. Εκτός από τις παραμέτρους εκείνες που υπολογίζονται από τιμές κατασκευαστών τερματικών/εξοπλισμού (όπως οι D-values), και μόνο σε περίπτωση που δεν είναι δυνατό να υπολογιστούν οι παράμετροι από μετρήσεις, χρησιμοποιούνται κατά πρώτο λόγο οι τιμές σχεδιασμού των παρόχων του δικτύου και κατά δεύτερο λόγο οι τιμές πινάκων των Συστάσεων.

Ο καθορισμός της θέσης των διατάξεων αναφοράς για το δείκτη ποιότητας F03 ακολουθεί τη λογική του Δ.Π. F01.

Ο προσδιορισμός της τιμής του Συντελεστή Εκτίμησης Μετάδοσης (Transmission Rating Factor) R πραγματοποιείται είτε λαμβάνοντας δείγματα αυτού και υπολογίζοντας τη μέση τιμή είτε χρησιμοποιώντας στη σχέση υπολογισμού (1.3) τις μέσες τιμές των παραμέτρων, όπως προκύπτουν από μετρήσεις. Σε κάθε περίπτωση, ο υπολογισμός των μέσω τιμών πρέπει να γίνεται με σχετική ακρίβεια 2% για διάστημα εμπιστοσύνης 95%. Για τις μετρήσεις μπορεί να χρησιμοποιηθεί οποιαδήποτε επιστημονικά αποδεκτή μέθοδος ή μέθοδος που αναφέρεται σε συστάσεις διεθνών οργανισμών. Η χρονική κατανομή των διενεργούμενων μετρήσεων είναι αντίστοιχη με του Δ.Π. F01, όπως περιεγράφηκε στο εδάφιο 1.2.1.1 .

Αναλυτικές πληροφορίες για την εφαρμογή του E-Model περιλαμβάνονται στη Σύσταση ITU-T G.108, ενώ ο χαρακτηρισμός της κατηγορίας ποιότητας σε «πολύ υψηλή», «υψηλή», «μέση», «χαμηλή», «πολύ χαμηλή», γίνεται με βάση τη Σύσταση ITU-T G.109.

1.2.4 Χρόνος παροχής για αρχική σύνδεση

Ο Δ.Π. F04 εκφράζει το χρόνο που μεσολαβεί από τη στιγμή που μια παραδεκτή (έγκυρη) παραγγελία υπηρεσίας σύνδεσης γίνεται δεκτή από τον πάροχο άμεσης υπηρεσίας μέχρι τη στιγμή που η υπηρεσία είναι διαθέσιμη για χρήση (ολοκλήρωση). Ο Δ.Π. F04 εκφράζεται με τη βοήθεια των ακόλουθων μεγεθών:

- I. Των χρόνων σε ημερολογιακές μέρες (ακέραιες τιμές), συμπεριλαμβανομένων των αργιών, στους οποίους ολοκληρώνεται το 50% και το 95% των ταχύτερα ικανοποιημένων παραγγελιών.
- II. Του ποσοστού των παραγγελιών με ακρίβεια 2 δεκαδικών ψηφίων που έχουν ολοκληρωθεί μέχρι την ημερομηνία που συμφωνήθηκε με τον πελάτη, δηλαδή

$$F04_{II} = \frac{\text{παραγγελίες που ολοκληρώθηκαν}}{\text{συνολικές παραγγελίες}} * 100\% \quad (1.4)$$

1.2.5 Συχνότητα αναφορών βλάβης ανά σύνδεση

Ο Δ.Π. F05 εκφράζει τον αριθμό των παραδεκτών (έγκυρων) αναφορών βλάβης ανά γραμμή σύνδεσης(σύνδεση) και υπολογίζεται με ακρίβεια 2 δεκαδικών ψηφίων ως ο κατωτέρω λόγος

$$F05 = \frac{\text{Παραδεκτές αναφορές βλάβης}}{\text{Μέσο πλήθος γραμμών μεταφοράς στο υπό εξέταση δίκτυο}} * 100 \quad (1.5)$$

Ως παραδεκτή αναφοράς βλάβης θεωρείται μια πλήρης και ακριβής αναφορά διακοπτόμενης ή υποβαθμισμένης υπηρεσίας, η οποία γίνεται από τον πελάτη στο δημοσιοποιημένο σημείο επαφής του παρόχου υπηρεσίας, η αιτία της αποδίδεται στο δίκτυο του παρόχου υπηρεσίας ή σε οποιαδήποτε αλληλοσυνδεδεμένο δημόσιο δίκτυο και δεν αποδεικνύεται αβάσιμη κατά τον έλεγχο.

Ως υποβαθμισμένη υπηρεσία θεωρείται η υπηρεσία της οποίας η ποιότητα μετάδοσης είναι τόσο χαμηλή ώστε ο πελάτης να θεωρεί ότι η υπηρεσία καθίσταται πλέον μη λειτουργική.

1.2.6 Χρόνος αποκατάστασης βλαβών

Ο Δ.Π. F06 εκφράζει το χρόνο από τη στιγμή όπου μια παραδεκτή (έγκυρη) αναφορά βλάβης (όπως ορίζεται από το Δ.Π. F05) λαμβάνεται από τον πάροχο υπηρεσίας, μέχρι τη στιγμή όπου το/τα στοιχεία της υπηρεσίας ή η υπηρεσία εξ ολοκλήρου αποκατασταθεί σε κανονικές συνθήκες λειτουργίας, δηλαδή αυτές που επικρατούσαν πριν επέλθει η βλάβη.

Ο Δ.Π. F06 εκφράζεται με την βοήθεια των ακόλουθων μεγεθών:

- I. Του χρόνου, μετρημένου σε χρονομετρημένες ώρες (ακέραιες τιμές), εντός των οποίων αποκαθίσταται το 50% και το 95% των ταχύτερα επιδιορθωμένων βλαβών που αντιστοιχούν σε παραδεκτές αναφορές βλάβης στη γραμμή πρόσβασης (τοπικός βρόχος).
- II. Των χρόνων, μετρημένων σε χρονομετρημένες ώρες (ακέραιες τιμές), εντός των οποίων αποκαθίσταται το 50% και το 95% των ταχύτερα επιδιορθωμένων υπολοίπων βλαβών, δηλαδή των βλαβών που δεν αφορούν τη γραμμή πρόσβασης (τοπικός βρόχος).

1.3 Δείκτες Ποιότητας Υπηρεσιών Συστημάτων Κινητών Επικοινωνιών

Οι υπόχρεοι πάροχοι υπηρεσιών συστημάτων κινητών υπηρεσιών μετρούν και παρουσιάζουν Δείκτες Ποιότητας (Δ.Π.) σχετικούς με υπηρεσίες συστημάτων κινητών επικοινωνιών, όπως περιγράφονται ακολούθως. Οι Δ.Π. χωρίζονται στις εξής κατηγορίες:

1.3.1 Δείκτες ανεξάρτητοι της υπηρεσίας

Οι Δ.Π. Υπηρεσιών Συστημάτων Κινητών Υπηρεσιών χωρίζονται σε: α) δείκτες ανεξάρτητους της υπηρεσίας β) δείκτες υπηρεσίας τηλεφωνίας γ) δείκτες υπηρεσίας εικονοτηλεφωνίας δ) δείκτες ποιότητας web browsing. Οι δείκτες α, β αφορούν τις υπηρεσίες συστημάτων κινητής τηλεφωνίας και συστημάτων TETRA. Οι δείκτες γ, δ αφορούν μόνο στις υπηρεσίες συστημάτων κινητής τηλεφωνίας UMTS.

1.3.1.1 Διαθεσιμότητα δικτύου- ραδιοκάλυψη

Ο Δ.Π. M01 δηλώνει τη γεωγραφική κάλυψη για την παροχή οποιασδήποτε υπηρεσίας μέσω ενός δικτύου κινητών επικοινωνιών σε πανελλαδική κλίμακα. Ορίζεται ως ο λόγος

$$M01 = \frac{\text{πλήθος σημείων μέτρησης που υπάρχει ραδιοκάλυψη}}{\text{Συνολικόπλήθος σημείων μέτρησης}} * 100 \quad (1.6)$$

Επίσης, ο Δ.Π. Μ01, εκφράζεται και μέσω κάποιου από τους ακόλουθους όρους κατηγοριών ποιότητας ραδιοκάλυψης, ανάλογα με την ένταση του πεδίου που καταγράφεται: καλή , αποδεκτή, κακή, μη διαθέσιμη.

Τα όρια ραδιοκάλυψης (κατώφλι) ανά δίκτυο κινητών υπηρεσιών είναι τα εξής:

1. *GSM/DCS1800 (Global System for Mobile Communications/Digital Cellular Service 1800 MHz):*

$R*Lev \geq -100$ dBm,

όπου $R*Lev$ (Received signal Level) η τιμή της έντασης του πεδίου που μετρείται.

2. *UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) :*

$RSCP-CPICH \geq -115$ dBm,

όπου RSCP- Received Signal Code Power και CPICH-Common Pilot Channel για την τεχνολογία UMTS

3. *TETRA (Terrestrial Trunked Radio):*

$R*Lev \geq -92$ dBm

Ο χαρακτηρισμός της ραδιοκάλυψης γίνεται σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα:

Χαρακτηρισμός ραδιοκάλυψης	GSM/DCS1800 $R*Lev$ (dBm)	TETRA $R*Lev$ (dBm)	UMTS RSCP-CPICH(dbm)
Καλή	$R*Lev \geq -85$	$R*Lev \geq -85$	$RSCP-CPICH \leq -95$
Αποδεκτή	$-95 \leq R*Lev \leq -85$	$-92 \leq R*Lev \leq -85$	$-105 \leq RSCP-CPICH \leq -95$
Κακή	$-110 \leq R*Lev \leq -95$	$105 \leq R*Lev \leq -92$	$-115 \leq RSCP-CPICH \leq -105$
Μη διαθέσιμη	$R*Lev \leq -110$	$R*Lev \leq -105$	$RSCP-CPICH \leq -115$

1.3.1.1.1 Χαρακτηριστικά M01

Για τον υπολογισμό του Δ.Π. M01 λαμβάνονται υπόψη τα ακόλουθα:

- I. Ο υπολογισμός γίνεται μέσω μετρήσεων στο πεδίο με σαρωτή. Οι διαδρομές που ακολουθούνται για την πραγματοποίηση των μετρήσεων καθορίζονται ώστε να καλύπτουν αντιπροσωπευτικά όλες τις κατηγορίες περιβάλλοντος.
- II. Οι εξωτερικές παρεμβολές που επηρεάζουν αρνητικά τη ραδιοκάλυψη πρέπει να επιβεβαιώνονται από την ΕΕΤΤ. Οι μετρήσεις στις περιοχές όπου εμφανίζονται φαινόμενα παρεμβολών είτε εξαιρούνται από το δείγμα, είτε πραγματοποιούνται μετά την επίλυση του προβλήματος με απόφαση της ΕΕΤΤ και σύμφωνα με όσα ορίζονται στο Παράρτημα Δ της σχετικής Απόφασης.
- III. Η μέτρηση των επίγειων κινητών υπηρεσιών πραγματοποιείται σε συνθήκες παρόμοιες με αυτές που αντιμετωπίζει ο τελικός χρήστης.
- IV. Η ένταση πεδίου καταγράφεται κατά τη διαδρομή που διανύει το όχημα μέτρησης με επαρκή ανάλυση, ώστε να θεωρούνται αποδεκτές μετρήσεις. Λαμβάνεται μεγάλος αριθμός δειγμάτων ανά μονάδα του χρόνου, ώστε να μπορούν να προκύψουν οι μέγιστες και οι μέσες τιμές της έντασης πεδίου, σύμφωνα με τα διεθνή πρότυπα και συστάσεις καθώς και με τη διεθνή πρακτική.
- V. Για την καλύτερη αποτύπωση της ραδιοκάλυψης, οι διαδρομές μέτρησης επιλέγονται με τέτοιο τρόπο ώστε να εμπεριέχονται οι αλλαγές στην ένταση του πεδίου καθώς και φαινόμενα πολυδιαδρομικής μετάδοσης (multipath).
- VI. Η μέτρηση αφορά μόνο την καθοδική ζεύξη (downlink) των δικτύων.
- VII. Για λόγους αμεροληψίας και αντικειμενικότητας οι μετρήσεις της ραδιοκάλυψης γίνονται ταυτόχρονα για δίκτυα που προσφέρουν τις ίδιες υπηρεσίες.

1.3.2. Δείκτες υπηρεσίας τηλεφωνίας

Στα πλαίσια των υπηρεσιών φωνής ορίζονται 4 Δείκτες Ποιότητας (Δ.Π.)

1.3.2.1 Πιθανότητα εμπλοκής κλήσης φωνής

Ο Δ.Π. M02 αφορά την εμπλοκή κλήσεων φωνής σε ένα δίκτυο κινητών επικοινωνιών και χαρακτηρίζει την προσβασιμότητα στην υπηρεσία φωνής του δικτύου. Εκφράζεται με ποσοστό με ακρίβεια 2 δεκαδικών ψηφίων. Ορίζεται ως ο λόγος

$$M02 = \frac{\text{πληθος κλήσεων στις οποίες παρουσιάστηκε εμπλοκή}}{\text{συνολικός αριθμός κλήσεων φωνής που πραγματοποιήθηκε}} * 100\% \quad (1.7)$$

1.3.2.1.1 Χαρακτηριστικά του δείκτη M02

Για τον υπολογισμό του Δ.Π. M02 λαμβάνονται υπόψη τα ακόλουθα:

- I. Ο υπολογισμός του γίνεται μέσω μετρήσεων στο πεδίο με κινητό σταθμό μέτρησης, οι οποίες εκτελούνται ταυτόχρονα με αυτές του M01.
- II. Οι κλήσεις πραγματοποιούνται στο διάστημα 08.00 με 20.00. Δε πραγματοποιούνται μετρήσεις σε γεωγραφικές περιοχές όπου επικρατούν ακραίες τηλεπικοινωνιακές συνθήκες, όπως μεγάλες συγκεντρώσεις τελικών χρηστών, φυσικές καταστροφές κ.α.
- III. Οι κλήσεις λαμβάνονται υπόψη εφόσον υπάρχει ραδιοκάλυψη (διαθεσιμότητα δικτύου) στα σημεία όπου έχουν πραγματοποιηθεί.
- IV. Το χρονικό όριο στο οποίο ολοκληρώνεται μια κλήση καθώς και ο χρόνος αναμονής μεταξύ δύο κλήσεων ορίζονται στα πρότυπα του ETSI TS 102 250-2 για δίκτυα GSM/DCS1800, ETSI TS 102 250-5 για δίκτυα UMTS, και στο πρότυπο ETSI TS 100 392-16 για δίκτυα TETRA. Ο ελάχιστος χρόνος αναμονής μεταξύ δύο κλήσεων είναι είκοσι (20) έως τριάντα (30) δευτερόλεπτα για τα δίκτυα GSM/DCS1800 και UMTS, και δέκα(10) έως είκοσι (20) δευτερόλεπτα για τις υπηρεσίες φωνής δικτύων TETRA.
- V. Το χρονικό περιθώριο ολοκλήρωσης μιας κλήσης μένει σταθερό στη διάρκεια των μετρήσεων. Στην περίπτωση όπου μια κλήση αποτύχει ή διακοπεί από το δίκτυο, η επόμενη προσπάθεια ξεκινά με το πέρας του σταθερού χρονικού περιθωρίου που ορίζεται στο (IV).

1.3.2.2 Πιθανότητα διακοπής κλήσης

Ο Δ.Π. M03 αφορά την πιθανότητα τερματισμού μιας επιτυχημένης προσπάθειας κλήσης φωνής για οποιοδήποτε λόγο εκτός από τον σκόπιμο τερματισμό εκ μέρους

του καλούντος ή του καλούμενου. Ο Δ.Π. M03 εκφράζεται ως ποσοστό με ακρίβεια 2 δεκαδικών ψηφίων, δηλαδή

$$M03 = \frac{\text{πλήθος επιτυχημένων κλήσεων φωνής που εξαναγκάστηκαν να τερματιστούν}}{\text{συνολικό πλήθος κλήσεων που εκκίνησαν}} * 100 \quad (1.8)$$

1.3.2.2.1 Χαρακτηριστικά M03

Για τον υπολογισμό του Δ.Π. M03 λαμβάνονται υπόψη τα ακόλουθα:

- I. Οι κλήσεις λαμβάνονται υπόψη εφόσον υπάρχει ραδιοκάλυψη (διαθεσιμότητα δικτύου) στα σημεία όπου έχουν πραγματοποιηθεί.
- II. Η διαδικασία μέτρησης του Δ.Π. M03 είναι ίδια με αυτή του M02.
- III. Το σύνολο των παραμέτρων που απαιτούνται για τη μέτρηση του Δ.Π. M03 στα δίκτυα GSM/DCS1800 και UMTS προσδιορίζονται αναλυτικά στα πρότυπα ETSI EN 102 250-2 και TS 102 250-5, καθώς και στο πρότυπο ETSI EN TS 100 392-16 για όλες τις υπηρεσίες φωνής στα δίκτυα TETRA.

1.3.2.3 Ποιότητα φωνής

Ο Δ.Π. M04 αποτελεί το Δ.Π. μετάδοσης από άκρο σε άκρο της φωνής της υπηρεσίας κινητής τηλεφωνίας. Ο υπολογισμός του Δ.Π. M04 πραγματοποιείται με βάση αλγόριθμους και παραμέτρους που προδιαγράφονται σε σχετικές Συστάσεις της ITU-T καθώς και προτύπων του ETSI και βασίζεται σε ολοκληρωμένες κλήσεις, δηλαδή κλήσεις των οποίων ο τερματισμός έγινε από τη διάταξη τερματισμού. Η μέτρηση του Δ.Π. M04 πραγματοποιείται χρησιμοποιώντας τη μεθοδολογία υπολογισμού του Δ.Π. M03 προσθέτοντας την ανάλογη λειτουργική μονάδα καταγραφής στην αρχιτεκτονική της μετρητικής διάταξης.

1.3.2.4 Χρόνος αποκατάστασης κλήσεων φωνής

Ο Δ.Π. M05 εκφράζει το χρόνο εντός του οποίου αποκαθίσταται η κλήση φωνής από τη στιγμή όπου ο τελικός χρήστης συμπληρώνει τον αριθμό του καλούμενου συνδρομητή. Εκφράζεται σε δευτερόλεπτα με ακρίβεια δύο δεκαδικών ψηφίων και ορίζεται ως ο χρόνος από τη συμπλήρωση εκ μέρους του καλούντος της πληροφορίας διεύθυνσης, δηλαδή του αριθμού τηλεφώνου του καλουμένου, μέχρι τη λήψη ειδοποίησης αποκατάστασης κλήσης φωνής.

Η μεθοδολογία, η υλοποίηση και οι μετρητικές διατάξεις που χρησιμοποιούνται για το υπολογισμό του Δ.Π.Μ05 είναι οι ίδιες με αυτές που χρησιμοποιούνται για το Δ.Π. Μ02. Κατά τον υπολογισμό του Δ.Π. Μ05 εξαιρούνται οι κλήσεις για τις οποίες υπάρχει εμπλοκή κλήσης.

1.3.3. Δείκτες υπηρεσίας εικονοτηλεφωνίας

Για τον προσδιορισμό της ποιότητας υπηρεσιών εικονοτηλεφωνίας έχουν θεσπιστεί πέντε (5) Δείκτες Ποιότητας (Δ.Π.). Οι Δ.Π. αυτοί αφορούν μόνο τις υπηρεσίες συστημάτων κινητής τηλεφωνίας UMTS.

1.3.3.1 Πιθανότητα εμπλοκής κλήσεων εικονοτηλεφωνίας

Ο Δ.Π. Μ06 αφορά την εμπλοκή κλήσεων εικονοτηλεφωνίας σε ένα δίκτυο κινητών επικοινωνιών και χαρακτηρίζει την προσβασιμότητα στην υπηρεσία εικονοτηλεφωνίας του δικτύου. Εκφράζεται μέσω του ποσοστού.

$$M06 = \frac{\text{πλήθος κλήσεων εικονοτηλεφωνίας για τις οποίες παρουσιάστηκε εμπλοκή}}{\text{συνολικός αριθμός εικονοτηλεφωνίας για τις οποίες υπάρχει διαθεσιμότητα του δικτύου}} * 100 \quad (1.9)$$

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων προσδιορίζουν εμμέσως και την πιθανότητα πρόσβασης.

$$\text{Πιθανότητα πρόσβασης} = (1 - M06) * 100\% \quad (1.10)$$

1.3.3.2 Πιθανότητα διακοπής κλήσεων εικονοτηλεφωνίας

Ο Δ.Π. Μ07 αφορά την πιθανότητα τερματισμού (διακοπής) μιας επιτυχημένης προσπάθειας κλήσης εικονοτηλεφωνίας για την οποία υπάρχει διαθεσιμότητα δικτύου (ραδιοκάλυψη), για οποιαδήποτε λόγο εκτός από το σκόπιμο τερματισμού του καλούντος ή του καλουμένου. Εκφράζεται μέσω του ποσοστού.

$$M07 = \frac{\text{πλήθος επιτυχημένων κλήσεων εικονοτηλεφωνίας φωνής που τερματίστηκαν χωρίς σκόπιμο λόγο}}{\text{συνολικό πλήθος κλήσεων εικονοτηλεφωνίας που εγκαταστάθηκαν επιτυχώς}} * 100 \quad (1.11)$$

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων προσδιορίζουν εμμέσως την πιθανότητα διατήρησης κλήσης.

$$\text{Πιθανότητα Διατήρησης Κλήσης} = (1 - M07) * 100\% \quad (1.12)$$

1.3.3.3 Ποιότητα φωνής εικονοτηλεφωνίας

Ο Δ.Π. M08 αποτελεί το δείκτη ποιότητας μετάδοσης από-άκρο-σε-άκρο της φωνής υπηρεσίας εικονοτηλεφωνίας. Εκφράζεται μέσω κάποιου από τους ακόλουθους χαρακτηρισμούς κατηγοριών ποιότητας : πολύ καλή, καλή, μέση, χαμηλή, πολύ χαμηλή.

Ο Δ.Π. M08 αφορά μόνο τους παρόχους ηλεκτρονικών επικοινωνιών που παρέχουν υπηρεσίες μέσω συστημάτων κινητών επικοινωνιών UMTS.

1.3.3.4 Ποιότητα βίντεο εικονοτηλεφωνίας

Ο Δ.Π. M09 αποτελεί το δείκτη ποιότητας μετάδοσης από-άκρο-σε-άκρο του βίντεο της υπηρεσίας εικονοτηλεφωνίας. Εκφράζεται μέσω κάποιου από τους ακόλουθους χαρακτηρισμούς κατηγοριών ποιότητας : πολύ καλή, καλή, μέση, χαμηλή, πολύ χαμηλή.

Ο Δ.Π. M09 αφορά μόνο τους παρόχους ηλεκτρονικών επικοινωνιών που παρέχουν υπηρεσίες μέσω συστημάτων κινητών επικοινωνιών UMTS.

1.3.3.5 Χρόνος εγκατάστασης κλήσης εικονοτηλεφωνίας

Ο Δ.Π. M10 εκφράζει το χρόνο εντός του οποίου αποκαθίσταται μια κλήση εικονοτηλεφωνίας από τη στιγμή όπου ο τελικός χρήστης συμπληρώνει τον αριθμό του καλούμενου συνδρομητή. Εκφράζεται σε δευτερόλεπτα και ορίζεται ως ο χρόνος από τη συμπλήρωση εκ μέρους του καλούντος της πληροφορίας διεύθυνσης, δηλαδή του αριθμού του καλούμενου, μέχρι τη λήψη ειδοποίησης αποκατάστασης κλήσης εικονοτηλεφωνίας.

Ο Δ.Π. M09 αφορά μόνο τους παρόχους ηλεκτρονικών επικοινωνιών που παρέχουν υπηρεσίες μέσω συστημάτων κινητών επικοινωνιών UMTS.

1.3.4 Δείκτες ποιότητας web browsing

Για τον προσδιορισμό της ποιότητας του web browsing μέσω συστήματος κινητών επικοινωνιών UMTS, έχουν θεσπιστεί οι ακόλουθοι δύο δείκτες ποιότητας

1.3.4.1 Πιθανότητα αποτυχίας μεταφοράς δεδομένων http

Ο Δ.Π. M11 εκφράζει την πιθανότητα αποτυχίας μεταφοράς δεδομένων σε προκαθορισμένο χρονικό διάστημα Δtd, με βάση το πρωτόκολλο http. Εκφράζεται ως ποσοστό με ακρίβεια 2 δεκαδικών ψηφίων και καθορίζεται με βάση το πρότυπο ETSI TR 102 678 μέσω της σχέσης

$$M11 = \frac{\text{πλήθος ανεπιτυχών προσπαθειών μεταφοράς δεδομένων σε χρόνο Δtd με πρωτόκολλο http}}{\text{συνολικός αριθμός προσπαθειών που εκκίνησαν}} * 100\% \quad (1.13)$$

1.3.4.1.2 Χαρακτηριστικά M11

Για τον υπολογισμό του Δ.Π. M11 σύμφωνα με το πρότυπο ETSI TR 102 678 λαμβάνονται υπόψη τα ακόλουθα:

- I. Οι μετρήσεις γίνονται ταυτόχρονα για όλα τα δίκτυα.
- II. Ο εξυπηρετητής (server) είναι εγκατεστημένος στον κόμβο ουδέτερης διασύνδεσης GR-IX (Greek Internet Exchange). Πραγματοποιούνται περιοδικοί έλεγχοι διαθεσιμότητας του εξυπηρετητή ή περιοδικοί έλεγχοι του χρόνου πρόσβασης στον εξυπηρετητή.
- III. Ο πλοηγός (web browser) στο τερματικό του τελικού χρήστη που χρησιμοποιείται στις μετρήσεις είναι κοινός για όλες τις μετρήσεις.
- IV. Ο τύπος του τερματικού του τελικού χρήστη είναι συγκεκριμένος τόσο όσον αφορά τόσο το λογισμικό (software), όσο και το υλικό (hardware) και κοινός για όλες τις μετρήσεις. Το τερματικό μπορεί να είναι είτε φορητός υπολογιστής, εφοδιασμένος με κατάλληλο υλικό και λογισμικό για πρόσβαση σε δίκτυο τρίτης γενιάς, είτε τερματικό τρίτης γενιάς το οποίο υποστηρίζει το πρωτόκολλο http. Η επιλογή τερματικού του τελικού χρήστη γίνεται για κάθε περίπτωση από την EETT.
- V. Η ιστοσελίδα αναφοράς είναι κοινή για τις μετρήσεις σε όλα τα υπό εξέταση δίκτυα. Η ιστοσελίδα αναφοράς καθορίζεται με βάση το πρότυπο ETSI TR 102 505.
- VI. Οι μετρήσεις αφορούν τη κατεύθυνση διαβίβασης δεδομένων (download).

- VII. Οι μετρήσεις γίνονται σε σταθερά σημεία εξασφαλισμένης κάλυψης ραδιοδικτύου καθώς και σε κινούμενα σημεία σε συμφωνημένες διαδρομές. Η επιλογή των σημείων των μετρήσεων καθορίζεται από την ΕΕΤΤ.
- VIII. Το χρονικό διάστημα Δt_d καθορίζεται από την Ειδική Ομάδα της ΕΕΤΤ, τα πλήρη καθήκοντα της οποίας αναλύονται στο Παράρτημα Δ, του ΦΕΚ 2417/Β/1-11-2011, Απόφαση υπ' αριθμόν 621/011/27-09-2011
- IX. Ο ελάχιστος αριθμός κλήσεων δοκιμής ώστε να εξάγονται ασφαλή στατιστικά συμπεράσματα καθορίζεται με βάση το πρότυπο ETSI TS 102 250-6.
- X. Εξασφάλιση του ελαχίστου απαιτούμενου εύρους ζώνης σύνδεσης του εξυπηρετητή με τα δίκτυα των παρόχων ανάλογα με το μέγεθος των αρχείων δοκιμής.

1.3.4.2 Μέσος ρυθμός δεδομένων http

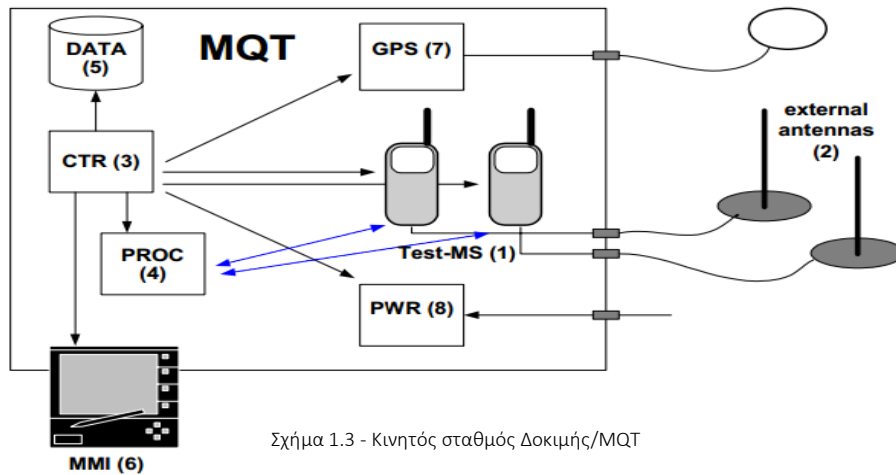
Ο Δ.Π. M12 εκφράζει το μέσο ρυθμό μεταφοράς δεδομένων σε προκαθορισμένο χρονικό διάστημα με βάση το πρωτόκολλο http, μετά την επιτυχημένη αποκατάσταση σύνδεσης δεδομένων. Ο Δ.Π. M12 ορίζεται ως το πηλίκο του όγκου των δεδομένων που μεταφέρθηκαν προς το χρονικό διάστημα Δt_d και μετρείται σε ακέραιο πλήθος Kbps. Τα χαρακτηριστικά του M12 είναι τα ίδια με αυτά του M11.

1.3.4 Χαρακτηριστικά μετρητικής διάταξης ποιότητας υπηρεσιών συστημάτων κινητών επικοινωνιών

Ο μετρητικός εξοπλισμός περιλαμβάνει μέσα συλλογής όλων των δεδομένων μέτρησης καθώς και όλων των λοιπών πληροφοριών που σχετίζονται με τις μετρήσεις σε ένα γεωγραφικό σημείο. Η διαδικασία πρόσβασης στις πληροφορίες μέτρησης εξασφαλίζει ότι οι πληροφορίες που έχουν καταγραφεί είναι αξιοποιήσιμες.

1.3.4.1 Κινητός Σταθμός Δοκιμής-MQT

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της χρησιμοποιούμενης μετρητικής διάταξης ποιότητας υπηρεσιών συστημάτων κινητών επικοινωνιών είναι σύμφωνα με το πρότυπο ETSI TS 102 250-4 v1.1.1.



Σχήμα 1.3 - Κινητός σταθμός Δοκιμής/MQT

- | | |
|-------------------------------------|---|
| (1)Κινητός Σταθμός Δοκιμής-Test MS: | Ο κινητός σταθμός που προσομοιώνει ένα τυπικό, τελικό χρήστη |
| (2)Κεραία-Antenna: | Εξωτερική κεραία λήψης ή η κεραία του κινητού σταθμού |
| (3)Μονάδα Ελέγχου-CTR: | Ελέγχει όλα τα ενεργά μέρη της μετρητικής διάταξης |
| (4)Επεξεργαστής-PROC: | Επεξεργάζεται τα δεδομένα μέτρησης |
| (5)Μονάδα αποθήκευσης-DATA: | Αποθηκεύει τα δεδομένα μέτρησης και τα λογισμικά προγράμματα που χρησιμοποιούνται |
| (6)MMI-Man Machine Interface: | Για τον έλεγχο μιας μετρητικής διάταξης σε τοπικό ή σε απομακρυσμένο επίπεδο |
| (7)GPS: | Σύστημα προσδιορισμού των γεωγραφικών συντεταγμένων |
| (8)PWR: | Παροχή ενέργειας |

1.3.4.1.1 Κινητός Σταθμός Δοκιμής-Test MS

Οι βασικές απαιτήσεις ενός Κινητού Σταθμού Δοκιμής είναι οι ακόλουθες:

- I. Συμμόρφωση με τις προδιαγραφές 3G.

- II. Ικανοποίηση των απαιτήσεων που καθορίζονται από τις δοκιμές.
- III. Παροχή δυνατοτήτων απομακρυσμένου ελέγχου παραμέτρων που χρειάζονται για τις μετρήσεις ποιότητας.
- IV. Παροχή δυνατότητας μεταφοράς των δεδομένων που απαιτούνται για τις δοκιμές ποιότητας.
- V. Ρύθμιση στις βέλτιστες συνθήκες που παρέχονται από το δίκτυο(π.χ. μέγιστο πλήθος TS, ο βέλτιστος τύπος κωδικοποίησης φωνής κτλ).
- VI. Δυνατότητα χρήσης στον κινητό σταθμό είτε εσωτερικής κεραίας είτε εξωτερικής κεραίας λήψης.
- VII. Ηλεκτρική διεπαφή για είσοδο και έξοδο ήχου.
- VIII. Εξωτερικό έλεγχο τροφοδοσίας.

1.3.4.1.2 Κεραία- Antenna

Ανάλογα με τον τύπο δοκιμής, χρησιμοποιείται ενσωματωμένη ή εξωτερική κεραία. Η ενσωματωμένη κεραία χρησιμοποιείται για δοκιμές που πραγματοποιούνται είτε εντός ή εκτός κτιρίων με ταχύτητα πεζού, είτε για στατικές μετρήσεις σε περιβάλλον γραφείου.

Οι χρησιμοποιούμενες κεραίες τοποθετούνται σε σταθερές θέσεις, στις οποίες ικανοποιείται η ελάχιστη μεταξύ τους απόσταση για μείωση της RF επίδρασης σε αποδεκτά όρια σε αντίστοιχο ηλεκτρομαγνητικό περιβάλλον. Σύμφωνα με το πρότυπο TS 100 910, η ηλεκτρομαγνητική αποσύζευξη μεταξύ δύο κινητών σταθμών πρέπει να είναι τουλάχιστον της τάξης των 40.5 dB.

Οι εξωτερικές κεραίες χρησιμοποιούνται για μετρήσεις με οχήματα (π.χ. αυτοκίνητο, τρένο κλπ). Στις μετρήσεις λαμβάνονται υπόψη το κέρδος της κεραίας και οι απώλειες καλωδίων.

1.3.4.1.3 Χαρακτηριστικά συστήματος καταγραφής

Ο όρος σύστημα καταγραφής προσδιορίζει το τμήμα της μετρητικής διάταξης που περιλαμβάνει τον έλεγχο, την επεξεργασία και την αποθήκευση των αποτελεσμάτων των δοκιμών.

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του συστήματος καταγραφής επιτρέπουν υψηλή απόδοση που δεν επηρεάζει την ορθότητα της συλλογής των δεδομένων.

Το λογισμικό διεπαφής του συστήματος επιτρέπει τον πλήρη έλεγχο της MQT. Όλες οι κύριες λειτουργίες μπορούν να εποπτεύονται.

1.3.4.1.4 MMI-Man Machine Interface

Ανάλογα με την υπηρεσία που εξετάζεται η μονάδα MMI περιλαμβάνει και το αντίστοιχο κατάλληλο λογισμικό. Συγκεκριμένα, τα είδη λογισμικών που απαιτούνται είναι οι κάτωθι:

- Λογισμικό αναλυτή δικτύου: χρησιμοποιείται για τις μετρήσεις ραδιοκάλυψης και των παραμέτρων απόδοσης δικτύου (κλήσεις με εμπλοκή, κλήσεις με διακοπή, κ.α.).
- Λογισμικό επεξεργασίας ομιλίας: χρησιμοποιείται στις μετρήσεις υπολογισμού της ποιότητας φωνής. Στην περίπτωση τηλεφωνίας περιλαμβάνει τη μεθοδολογία MOS για την εξαγωγή των αποτελεσμάτων.
- Λογισμικό επεξεργασίας πολυμέσων : χρησιμοποιείται για τις μετρήσεις της ποιότητας φωνής.

1.3.4.1.5 Σύστημα καταγραφής γεωγραφικής θέσης

Για τις μετρήσεις σε εξωτερικούς χώρους, η θέση μέτρησης προσδιορίζεται με χρήση μονάδας GPS. Η μορφή των συντεταγμένων γίνεται με βάση το WGS-84.

Στην περίπτωση μετρήσεων σε εσωτερικό χώρο, οι συντεταγμένες των σημείων μέτρησης παρέχονται ως προς κάποιο σταθερό σημείο αναφοράς.

Αναφορικά με την ανάλυση των ψηφιακών χαρτών που χρησιμοποιούνται, είναι κατά προτίμηση 50*50 mρ (megapixels).

1.3.4.1.6 Συγχρονισμός

Για το συγχρονισμό των διαφόρων συσκευών που συνθέτουν το σύνολο της μετρητικής διάταξης (κινητός και σταθερός σταθμός δοκιμής) ισχύουν τα ακόλουθα:

- Η ακρίβεια και η σταθερότητα των πηγών συγχρονισμού είναι υψηλή για να ικανοποιηθεί η απαιτούμενη ακρίβεια στον καθορισμό των παραμέτρων του συστήματος (π.χ. ο χρόνος έναρξης σε ms)
- Στην περίπτωση όπου ένα σημείο διέγερσης υπολογίζεται είτε στον κινητό είτε στο σταθερό σταθμό δοκιμής, οι απόλυτες τιμές της ημερομηνίας και ώρας μεταξύ των δύο διατάξεων πρέπει να προσδιοριστούν με μεγάλη ακρίβεια, εκτός αν μπορεί να ενεργοποιηθεί αν υπάρχει διαδικασία συγχρονισμού τους.

1.3.4.2 Σταθερός σταθμός δοκιμής- FQT

Ανάλογα με το σενάριο δοκιμής προσδιορίζονται και τα απαιτούμενα χαρακτηριστικά του σταθερού σταθμού δοκιμής.

Στην περίπτωση της κλασικής απλής τηλεφωνικής υπηρεσίας, δηλαδή αυτής της χρήστη προς χρήστη απαιτούνται:

- Αποκλειστική συσκευή, η οποία προσομοιώνει τη συσκευή του τελικού χρήστη(π.χ. PC –μονάδα με διεπαφή ήχου).
- Συσκευή που απαντά στις εισερχόμενες κλήσεις

Τύποι εξοπλισμού και διεπαφών για διάφορες μορφές τελικών χρηστών (π.χ. ISDN-So, PSTN-ab, MSC built in) καθορίζονται στο σενάριο κάθε δοκιμής.

Σχετικά με τις υπηρεσίες δεδομένων, πριν την έναρξη των δοκιμών καθορίζεται ο εξυπηρετητής για κάθε υπηρεσία δεδομένων.

Ως προς τις προδιαγραφές και τα χαρακτηριστικά τόσο του συστήματος καταγραφής όσο και του συγχρονισμού ισχύουν τα ίδια με το MQT.

1.4 Ιστότοπος ΕΕΤΤ

Όπως αναφέρθηκε και στην Εισαγωγή του παρόντος κεφαλαίου, λόγος θέσπισης των προαναφερθέντων δεικτών ποιότητας είναι το να διαθέτει ο καταναλωτής ένα μέτρο

σύγκρισης για την υπηρεσία που του παρέχεται από τον κάθε περίπτωση πάροχο. Εκτός από τους δείκτες αυτούς καθαυτούς, μέσω του ιστότοπου της ΕΕΤΤ (<http://www.eett.gr/opencms/opencms/EETT/Consumer/QualityIndicators/>), κάθε καταναλωτής διαθέτει πρόσβαση σε όλους τους δείκτες ποιότητας που έχουν θεσπιστεί για όλα τα είδη των υπηρεσιών, σε γραφήματα απόδοσης των διάφορων παρόχων, καθώς και το αναλυτικό Ρυθμιστικό Πλαίσιο βάσει του οποίου προκύπτουν οι Δ.Π. Με αυτόν τον τρόπο δίνεται η δυνατότητα στους καταναλωτές να επιλέξουν τον τηλεπικοινωνιακό πάροχο που έχει την καλύτερη σχέση ποιότητας-χρήματος (value for money) ανάλογα πάντα με τις απαιτήσεις και τις ανάγκες τους.

2 Βλαβοδιαχείριση Τοπικού Βρόχου

2.1 Εισαγωγή

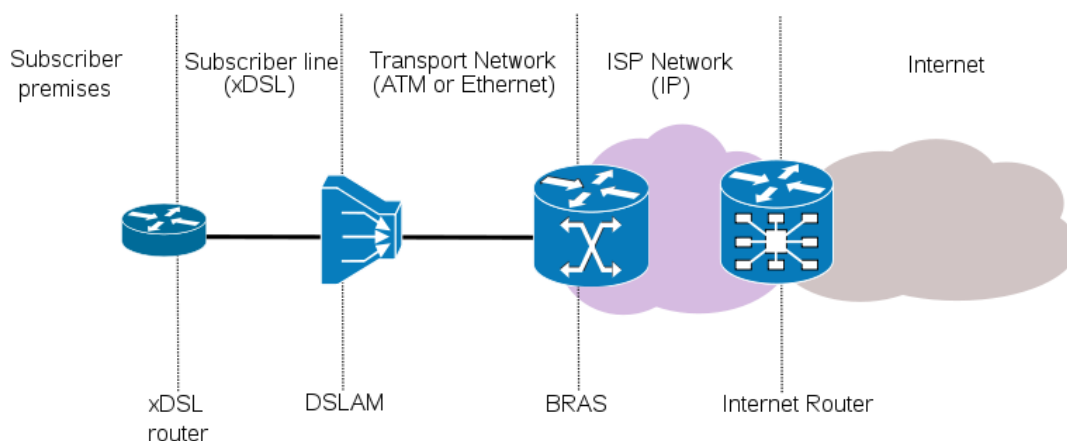
2.1.1 Ψηφιακή Γραμμή Συνδρομητή

Ο όρος ψηφιακή γραμμή συνδρομητή (Digital Subscriber Line-DSL) αναφέρεται συνολικά στα διάφορα είδη ψηφιακής συνδρομητικής τεχνολογίας που παρέχει πρόσβαση υψηλής ταχύτητας στο διαδίκτυο χρησιμοποιώντας τις κοινές τηλεφωνικές γραμμές.

Οι ψηφιακές συνδρομητικές τεχνολογίες βρόχου εκμεταλλεύονται τις ελεύθερες υψηλότερες συχνότητες στα χάλκινα δισύρματα καλώδια του τηλεφωνικού δικτύου (Plain Old Telephone System) για να παρέχουν ευρυζωνική πρόσβαση στους τελικούς χρήστες. Παραδοσιακά, η χρήση των τηλεφωνικών γραμμών με τη συνδρομή των διαμορφωτών (modems) με εύρος ζώνης στα 3.4 KHz για τη μετάδοση δεδομένων, περιορίζει το μέγιστο δυνατό ρυθμό μεταφοράς στα 56Kbps (kilobits per second). Στην πραγματικότητα, όμως, το διαθέσιμο εύρος ζώνης ενός ζεύγους των χάλκινων γραμμών είναι πολύ μεγαλύτερο. Οι τεχνολογίες ψηφιακής γραμμής συνδρομητή επιτρέπουν την αξιοποίηση όλου του διαθέσιμου φάσματος συχνοτήτων των χάλκινων καλωδίων, αποσκοπώντας στην επίτευξη των μέγιστων δυνατών ρυθμών μεταδοσης δεδομένων μέσω του συγκεκριμένου φυσικού μέσου (χάλκινων γραμμών σε αυτή τη περίπτωση). Κατ' αυτό τον τρόπο, εκτός από τη μετάδοση φωνής, είναι εφικτή και η ταυτόχρονη μετάδοση δεδομένων σε υψηλές ταχύτητες πάνω στη ίδια γραμμή.

Με την πάροδο των χρόνων αναπτύχθηκαν διάφορες παραλλαγές της τεχνολογίας DSL. Η βασική τους διαφορά ως προς την επίδοση συνίσταται στη μέγιστη ταχύτητα μεταφοράς δεδομένων πάνω στη δισύρματη γραμμή. Η ταχύτητα μετάδοσης δεδομένων είναι αντιστρόφως ανάλογη προς το μήκος της γραμμής, δηλαδή την μέγιστη απόσταση που μπορεί να καλύψει η εκάστοτε τεχνολογία DSL από το κέντρο του τηλεπικοινωνιακού παρόχου έως το χρήστη. Η ποιότητα του χαλκού καθώς και η διάμετρος των συρμάτων συνδιαμορφώνουν μαζί με την απόσταση μετάδοσης τη μέγιστη ταχύτητα.

Η τεχνολογία xDSL χωρίζεται σε δύο βασικές κατηγορίες με κριτήριο τη χρήση διαχωριστή σήματος (splitter). Πάντως, και στις δύο περιπτώσεις, το φυσικό μέσο είναι οι δισύρματες γραμμές. Στη πρώτη περίπτωση απαιτείται η εγκατάσταση ενός διαχωριστή σήματος είτε εσωτερικά είτε εξωτερικά στο χώρο του συνδρομητή. Η διαδικασία αυτή προϋποθέτει την επίσκεψη τεχνικού από τον τηλεπικοινωνιακό πάροχο, για την εγκατάσταση του splitter που εκτελεί το διαχωρισμό της φωνής από τα δεδομένα. Στη δεύτερη περίπτωση, δεν πραγματοποιείται διαχωρισμός των δύο σημάτων με χρήση splitter, αλλά τοποθετείται κατάλληλο βαθυπερατό φίλτρο στην τηλεφωνική συσκευή. Ο xDSL αποδιαμορφωτής, ο οποίος στην περίπτωση αυτή συνδέεται απευθείας με τη δισύρματη γραμμή του τηλεφωνικού δικτύου, αναλαμβάνει το διαχωρισμό του xDSL σήματος. Στο σχήμα 2.1 απεικονίζεται ένα τυπικό διάγραμμα σύνδεσης τεχνολογίας xDSL.



Σχήμα 2.1 – Διάγραμμα σύνδεσης τεχνολογιών xDSL

Στο σχήμα 2.1 παρατηρούνται οι κάτωθι περιοχές εφαρμογής και λειτουργικές μονάδες:

- Subscriber premises: Η περιοχή του συνδρομητή. Ενδεικτικά, η κατοικία ή το γραφείο του χρήστη
- Subscriber line(xDSL): Η γραμμή πρόσβασης, στην περίπτωση αυτή οι χάλκινες γραμμές.
- Transport Network: Το δίκτυο μετάδοσης δεδομένων και φωνής. Στις (ATM ή Ethernet) περισσότερες τεχνολογίες xDSL χρησιμοποιούνται τεχνολογίες ATM (Asynchronous Transfer Mode) ή Ethernet.

ISP Network (IP):	Το δίκτυο του παρόχου τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών. Συνήθως βασίζεται στο τηλεπικοινωνιακό πρωτόκολλο IP.
Internet:	Στην περιοχή αυτή τα δεδομένα προωθούνται στο διαδίκτυο.
xDSL router:	Ο δρομολογητής (router) που υπάρχει στις εγκαταστάσεις του τελικού χρήστη και προωθεί τα δεδομένα στο δίκτυο.
DSLAM:	Digital Subscriber Line Multiplexer, είναι ο πολυπλέκτης/αποπολυπλέκτης των ψηφιακών γραμμών DSL. Είναι συσκευή που τοποθετείται είτε στο Κέντρο του τηλεπικοινωνιακού παρόχου είτε στις υπαίθριες καμπίνες στο δρόμο (ΚΑ-ΦΑΟΥ-ΚΥ).
RAS:	Broadband Remote Access Server, βρίσκεται στο πυρήνα του τηλεπικοινωνιακού δικτύου και συγκεντρώνει την κίνηση από τα διάφορα DSLAMs.

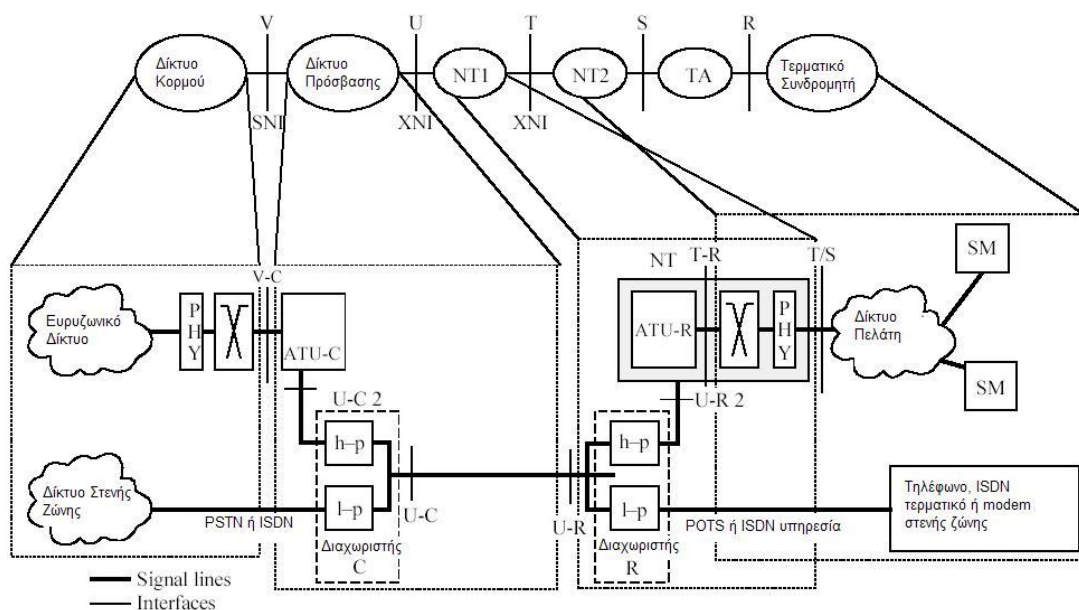
Παράλληλα, οι διάφορες τεχνολογίες xDSL κατηγοριοποιούνται σε συμμετρικές και ασύμμετρες τεχνολογίες πρόσβασης. Συμμετρικές είναι οι τεχνολογίες που προσφέρουν ίσο ρυθμό λήψης και αποστολής δεδομένων. Αντιθέτως, ασύμμετρες είναι εκείνες οι τεχνολογίες όπου η ταχύτητα με την οποία ο χρήστης μπορεί να λάβει δεδομένα είναι μεγαλύτερη από αυτή με την οποία μπορεί να αποστέλλει δεδομένα. Αν και αρχικά αυτό φαίνεται περιοριστικό, στην πραγματικότητα εξυπηρετεί ικανοποιητικά τις βασικές εφαρμογές του Διαδικτύου όπως περιήγηση, λήψη/αποστολή ηλεκτρονικού ταχυδρομείου, λήψη μουσικής, κ.λ.π. όπου τα δεδομένα κυρίως εισρέουν προς το χρήστη (download). Έως σήμερα, στην Ελλάδα χρησιμοποιείται κυρίως τεχνολογία ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line), αν και μετά από αίτημα του χρήστη οι τηλεπικοινωνιακοί πάροχοι, μπορούν να παρέχουν και συμμετρική τεχνολογία ψηφιακής γραμμής συνδρομητή.

2.1.2 Ασύμμετρη Ψηφιακή Γραμμή Συνδρομητή (ADSL)

Η συγκεκριμένη τεχνολογία δημιουργήθηκε για να εξυπηρετήσει τις ανάγκες για υψηλούς ρυθμούς μετάδοσης (1.5Mbps για MPEG-1) προς εξυπηρέτηση της υπηρεσίας Βίντεο κατά απαίτηση (Video on Demand). Το κοινό τηλεφωνικό δίκτυο

πρόσβασης (Public Switched Telephone Network-PSTN) χρησιμοποιεί γραμμές μετάδοσης του σήματος στο συνδρομητή από αθωράκιστα συνεστραμμένα ζεύγη καλωδίων (Unshielded Twisted Pair). Η ADSL τεχνολογία παρέχει τηλεματικές υπηρεσίες υψηλών ταχυτήτων με χρήση του πρωταρχικού αυτού δικτύου. Η συγκεκριμένη τεχνολογία επιτρέπει ταχύτητες μέχρι και 24 Mbps ως προς το ρυθμό λήψης δεδομένων από το χρήστη και έως 3.5 Mbps ως προς το ρυθμό αποστολής δεδομένων από το χρήστη. Ο ρυθμός μετάδοσης δεδομένων που μπορεί να επιτευχθεί εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την ποιότητα και το μήκος της δισύρματης γραμμής. Το πρότυπο T1.413 αναφορικά με την τεχνολογία ADSL δημοσιοποιήθηκε από την ANSI το 1995 ενώ η αντίστοιχη προτυποποίηση από την ITU έγινε το 1999 (G.992.1)

Στο σχήμα 2.2 απεικονίζεται το μοντέλο αναφοράς ενός ADSL συστήματος, σύμφωνα με το πρότυπο G.992.1. της ITU. Στην πλευρά του συνδρομητή, η μονάδα τερματισμού του δικτύου (NT) αποτελείται από ένα ADSL modem (ADSL Transceiver Unit – Remote end) ενώ ο εξοπλισμός του χρήστη περιλαμβάνει και έναν διαχωριστή σήματος (POTS splitter), ο οποίος περιέχει ένα βαθυτερατό (LP, 1-p) και ένα υψυτερατό (HP) φίλτρο. Το δίκτυο του πελάτη (Consumer Premises Network) ουσιαστικά περιλαμβάνει όλες τις μονάδες προσαρμογής υπηρεσιών (Service Module-SM) π.χ. Set Top Box, διεπαφές Η/Υ, δρομολογητές.



Σχήμα 2.2 Μοντέλο αναφοράς ADSL συστήματος

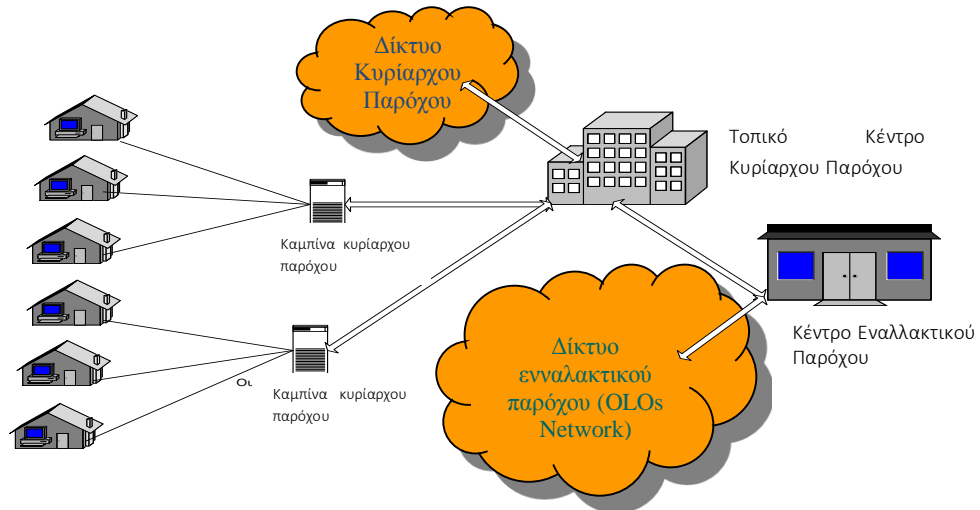
Αντίστοιχα στην πλευρά του τοπικού κέντρου, απαιτείται ο αντίστοιχος διαχωριστής σήματος, ο οποίος μεταφέρει το σήμα στενής ζώνης στο PSTN ή ISDN δίκτυο και το υψίσυχο σήμα δεδομένων στο ADSL modem (ADSL Transceiver Unit-Central Office), το οποίο συνδέει το δίκτυο πρόσβασης με το δίκτυο κορμού.

Στο μοντέλο αναφοράς ορίζεται η διεπαφή U, η οποία ενώνει τα ATU-Rs, με τα ATU-Cs. Η U-C αποτελεί τη διεπαφή U στην πλευρά του τοπικού κέντρου και U-C2 είναι η διεπαφή U πλευρά του τοπικού κέντρου από το διαχωριστή στο ATU-C. Αντίστοιχα η U-R είναι η διεπαφή U στην πλευρά του συνδρομητή από το διαχωριστή στο ATU-R. Επιπλέον ορίζεται η διεπαφή V μεταξύ του δικτύου πρόσβασης και του δικτύου κορμού, η διεπαφή V-C μεταξύ ATU-C και το δίκτυο κορμού. Τέλος διεπαφή T-S/R αποτελεί τη διεπαφή ανάμεσα στο δίκτυο του πελάτη με την μονάδα τερματισμού του ADSL σήματος.

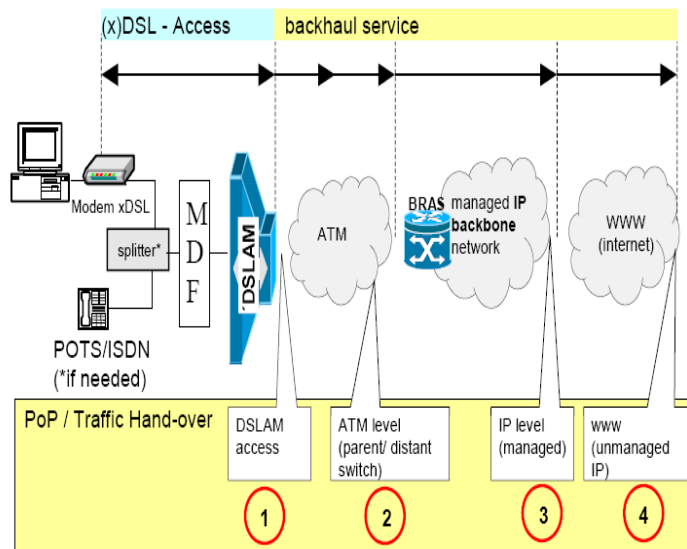
2.1.3 Τοπικός Βρόγχος

Τοπικός Βρόχος (Local Loop) αποκαλείται το τελευταίο τμήμα ενός τηλεπικοινωνιακού δικτύου που συνδέει το συνδρομητή στο πρώτο τοπικό κέντρο (Local Exchange ή Central Office). Στην περίπτωση της ψηφιακής συνδρομητικής γραμμής (xDSL), ο βρόχος αυτός είναι ένα συνεστραμμένο ζεύγος χάλκινων καλωδίων. Στην βιβλιογραφία εκτός από τον ανωτέρω όρο χρησιμοποιείται και ο όρος "Last Mile". Επίσης οι όροι Local Loop και Last Mile πολλές φορές χρησιμοποιούνται γενικώς για να περιγράψουν την πρόσβαση του συνδρομητή στο δίκτυο κάποιου παρόχου, ανεξαρτήτως του φυσικού μέσου μετάδοσης (π. χ. χάλκινων γραμμών ή οπτικών ινών).

Πρακτικά, στις περισσότερες χώρες ο τοπικός βρόχος, δηλαδή οι δισύρματες γραμμές από το τοπικό κέντρο μέχρι το χρήστη, ανήκει σε έναν και μόνο πάροχο (κυρίαρχος πάροχος/incumbent provider, στην περίπτωση της Ελλάδας είναι ο ΟΤΕ). Η δυνατότητα χρησιμοποίησης του τοπικού βρόχου και από άλλους τηλεπικοινωνιακούς παρόχους δίνεται είτε μέσω της Απελευθέρωσης του Τοπικού Βρόχου (Local Loop Unbundling) είτε μέσω της πρόσβασης ροής bit (Bitstream Access).



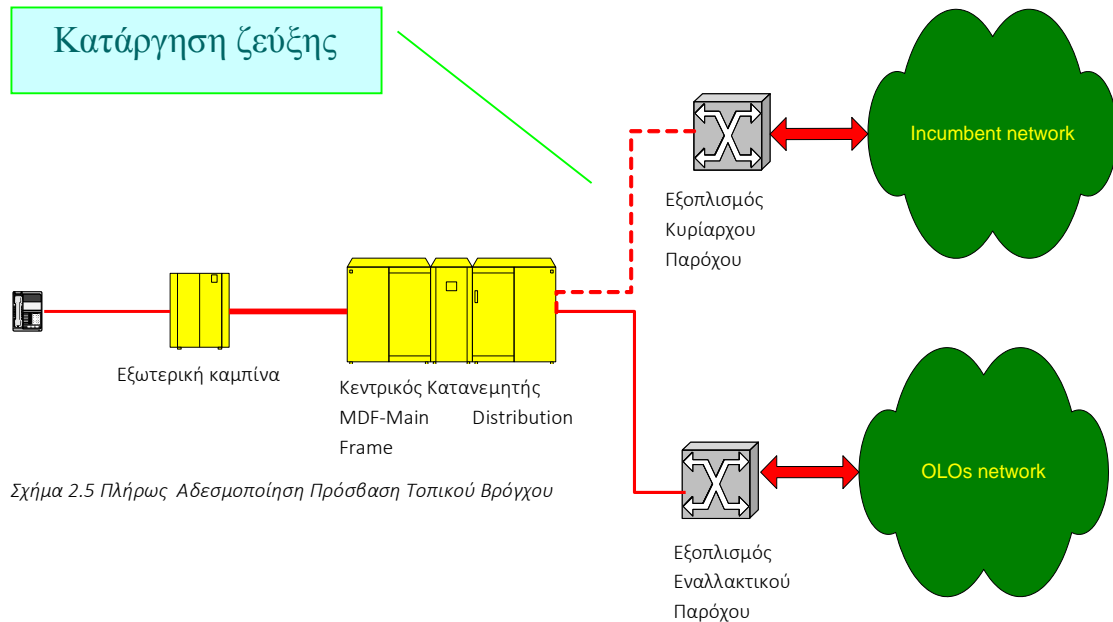
Σχήμα 2.3 Αδεσμοποίηση Τοπικού Βρόχου



Σχήμα 2.4 Μορφές Bitstream

Η Αδεσμοποίητη Πρόσβαση στον Τοπικό Βρόχο (Σχήμα 2.3) προσφέρει τη δυνατότητα σε νεοεισερχόμενους τηλεπικοινωνιακούς οργανισμούς να παρέχουν υπηρεσίες σε τελικούς χρήστες μέσω του δικτύου πρόσβασης χαλκού των κυρίαρχων παρόχων. Ειδικότερα, με την πλήρως Αδεσμοποίητη Πρόσβαση, ο τοπικός βρόχος παραδίδεται στην πλήρη εκμετάλλευση του νεοεισερχόμενου, εναλλακτικού,

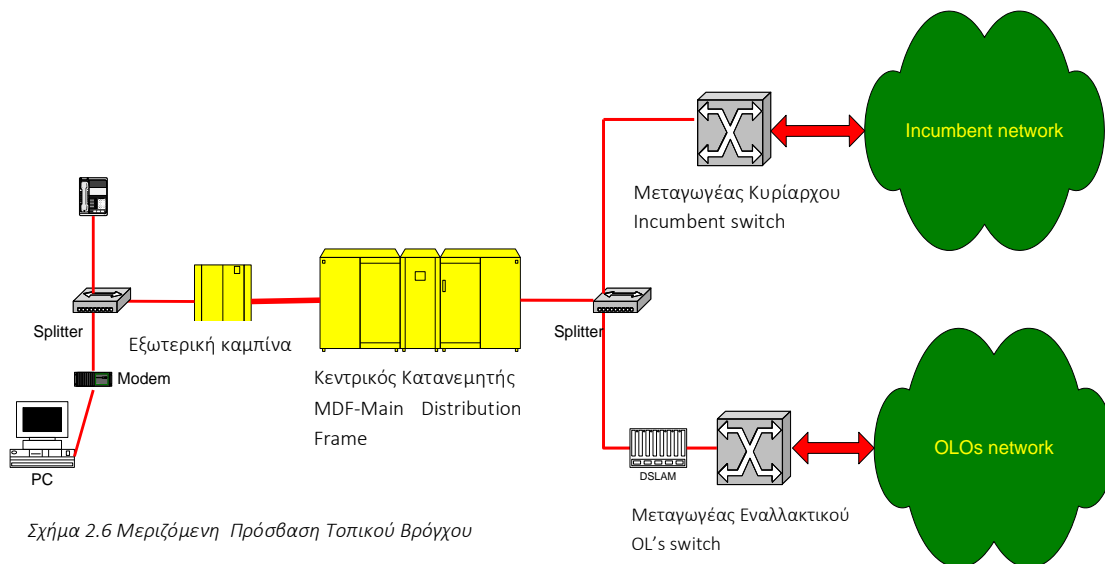
τηλεπικοινωνιακού παρόχου (Other Local Operator-OLO), ο οποίος χρησιμοποιεί κατά αποκλειστικότητα τον τοπικό βρόχο και παρέχει υπηρεσίες στον τελικό χρήστη, εκμεταλλεύομενος όλο το επιτρεπτό φάσμα συχνοτήτων της χάλκινης γραμμής.



Σχήμα 2.5 Πλήρως Αδεσμοποίηση Πρόσβαση Τοπικού Βρόχου

Στο Σχήμα 2.5 απεικονίζεται η αρχιτεκτονική της πλήρους Αδεσμοποίησης Πρόσβασης στον τοπικό βρόχο. Ουσιαστικά, ο εναλλακτικός, νεοεισερχόμενος πάροχος χρησιμοποιεί πλήρως όλο το επιτρεπτό φάσμα συχνοτήτων της χάλκινης γραμμής, εγκαθιστώντας τον εξοπλισμό του στον κεντρικό καταναμητή του κυρίαρχου παρόχου (Ο.Τ.Ε.) και λαμβάνοντας κατ' αυτόν τον τρόπο όλη την κίνηση δεδομένων που αφορά το δίκτυο και τους πελάτες του.

Κατά τη Μεριζόμενη Πρόσβαση ο κυρίαρχος πάροχος εξακολουθεί να χρησιμοποιεί τον μεταλλικό βρόχο, παρέχοντας τηλεφωνία στον τελικό χρήστη, ενώ ο εναλλακτικός πάροχος, χρησιμοποιεί το μη φωνητικό φάσμα των επιτρεπτών συχνοτήτων του χάλκινου βρόχου, με σκοπό να παρέχει άλλες υπηρεσίες, όπως για παράδειγμα ταχεία πρόσβαση στο Διαδίκτυο. Κατ' αυτόν τον τρόπο, ο κύριος πάροχος παρέχει υπηρεσίες φωνής, ενώ ο εναλλακτικός έχει τη δυνατότητα να παρέχει άλλες υπηρεσίες.

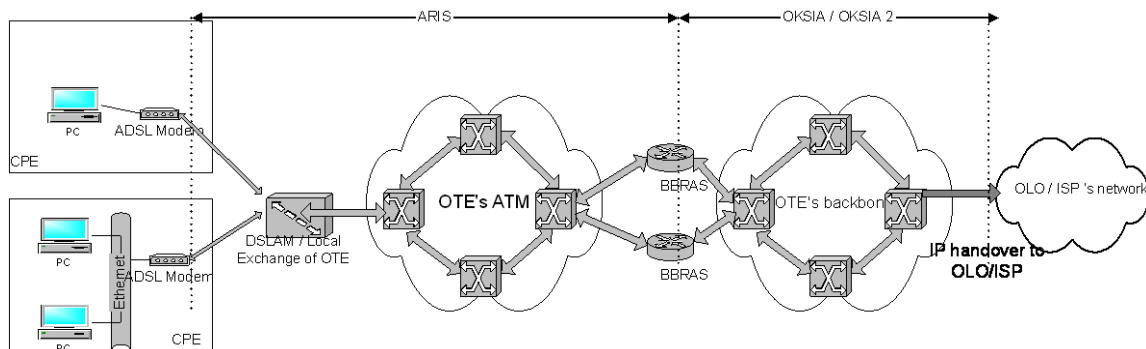


Στην περίπτωση της Μεριζόμενης Πρόσβασης τοπικού βρόχου, όπως φανερώνει και το Σχήμα 2.6, ο εναλλακτικός πάροχος δεν έχει πλήρη πρόσβαση στο επιτρεπτό φάσμα συχνοτήτων αλλά έχει δικαίωμα να χρησιμοποιεί μόνο το μη φωνητικό φάσμα των επιτρεπόμενων συχνοτήτων του χάλκινου βρόχου. Ο διαχωριστής (splitter) που εγκαθίσταται στον Κεντρικό Κατανομητή διαχωρίζει τα δεδομένα φωνής που αφορούν τον κύριο πάροχο από τα δεδομένα στο μη φωνητικό φάσμα, τα οποία προωθούνται στο κατάλληλο δίκτυο (τα δεδομένα φωνής στον κυρίαρχο πάροχο και τα δεδομένα στο μη φωνητικό φάσμα στον εναλλακτικό).

Μεγάλο πλεονέκτημα της Αδεσμοποίητης Πρόσβασης αποτελεί το γεγονός ότι, μέσω της υπάρχουσας εγκατεστημένης καλωδίωσης, οι εναλλακτικού τηλεπικοινωνιακοί πάροχοι μπορούν να παρέχουν υπηρεσίες στους τελικούς χρήστες με την εγκατάσταση απαραίτητου τηλεπικοινωνιακού εξοπλισμού στο τοπικό κέντρο του ΟΤΕ. Η διαδικασία εγκατάστασης του εξοπλισμού αυτού ονομάζεται συνεγκατάσταση (collocation) και μπορεί να είναι είτε φυσική, κατά την οποία ο εναλλακτικός πάροχος εγκαθιστά εξοπλισμό στο τοπικό κέντρο του κυρίαρχου παρόχου, όπου και τερματίζεται η δισύρματη γραμμή του συνδρομητή, είτε απομακρυσμένη, κατά την οποία ο εναλλακτικός εγκαθιστά εξοπλισμό σε άλλο κτίριο κοντά στο τοπικό κέντρο του κυρίαρχου και η γραμμή του συνδρομητή τερματίζεται με τη χρήση επέκτασης (από το τοπικό κέντρο του κυρίαρχου παρόχου στο κτίριο του εναλλακτικού παρόχου). Το σημαντικότερο πρόβλημα για την ορθή υλοποίηση της Αδεσμοποίητης Πρόσβασης

αποτελεί κατά κύριο λόγο η πολυπλοκότητα υλοποίησης της. Εντούτοις, αποτελεί κοινή πρακτική μεταξύ εταιρειών παροχής DSL υπηρεσιών ανά τον κόσμο.

Η πρόσβαση ροής bit (Bitstream Access) αποτελεί υπηρεσία που παρέχει ο κυρίαρχος πάροχος σε άλλους παρόχους. Ο κυρίαρχος πάροχος εγκαθιστά εξοπλισμό ψηφιακής γραμμής συνδρομητή στο δίκτυο πρόσβασής του, με σκοπό την παροχή ευρυζωνικών υπηρεσιών σε τελικούς χρήστες και επιτρέπει σε εναλλακτικούς παρόχους, οι οποίοι επιθυμούν να παρέχουν υπηρεσίες μετάδοσης δεδομένων σε υψηλής ταχύτητας την πρόσβαση στον εξοπλισμό του.



Σχήμα 2.7 Παροχή Bitstream Access από OTE

Η πρόσβαση ροής bit είναι συνεπώς για χονδρικής, το οποίο παρέχει τη δυνατότητα στους παρόχους να προσφέρουν προηγμένες τηλεματικές υπηρεσίες σε πελάτες, αν και ο τοπικός βρόχος ανήκει αποκλειστικά στον κυρίαρχο πάροχο.

Το Σχήμα 2.4 παρουσιάζει τα διάφορα σημεία της αρχιτεκτονικής του δικτύου ροής bit (bitstream access) όπου ο εναλλακτικός πάροχος έχει τη δυνατότητα να αποκτήσει πρόσβαση στον εξοπλισμό ψηφιακής γραμμής συνδρομητή του κυρίαρχου παρόχου ώστε να έχει πρόσβαση στον τοπικό βρόχο και να είναι σε θέση να παρέχει υπηρεσίες μετάδοσης δεδομένων σε υψηλής ταχύτητας. Στο Σχήμα 2.7 παρουσιάζεται ο τρόπος με τον οποίο ο OTE, που αποτελεί τον κυρίαρχο τηλεπικοινωνιακό πάροχο στην Ελλάδα και στον οποίο ανήκουν και οι χάλκινες γραμμές, προσφέρει bitstream Access στους ενδιαφερόμενους εναλλακτικούς παρόχους. Σε αντιστοιχία με το Σχήμα 2.4, ο OTE δίνει πρόσβαση ροής bit στο σημείο 3, δηλαδή αφού έχει συλλεχθεί το σύνολο των δεδομένων και έχει περάσει στο κυρίως δίκτυο του OTE, τα bits που αφορούν πρόσβαση ροής bits εναλλακτικών παρόχων μεταβιβάζονται στο δίκτυο του

εναλλακτικού παρόχου. Τα στοιχεία και οι περιοχές του σχήματος 2.7 είναι τα ίδια με αυτά του σχήματος 2.1 και εξειδικεύονται για το δίκτυο του ΟΤΕ.

2.2 Μετρήσεις Βλαβοδιαχείρισης Τοπικού Βρόγχου

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, ο συνηθέστερος τρόπος λειτουργίας των εταιριών παροχής DSL υπηρεσιών είναι η Αδεσμοποίητη Πρόσβαση Τοπικού Βρόγχου. Ο εναλλακτικός πάροχος έχει την πλήρη εκμετάλλευση του τοπικού βρόγχου, ο οποίος όμως και πάλι ανήκει στον κυρίαρχο πάροχο. Στο πλαίσιο συντήρησης του δικτύου τίθεται το ζήτημα ποιος πάροχος, ο κύριος ή ο εναλλακτικός, είναι αρμόδιος για μια ενδεχόμενη βλάβη στον τοπικό βρόγχο. Ο ΟΤΕ οφείλει να διατηρεί τους βρόχους του δικτύου πρόσβασης σε κατάσταση κατάλληλη για την υποστήριξη υπηρεσιών στο πλαίσιο της υποχρέωσης του ως παρόχου της Καθολικής υπηρεσίας.

Σε περίπτωση βλάβης στη λειτουργία του δικτύου που οφείλεται αποδεδειγμένα σε υπαιτιότητα του εναλλακτικού παρόχου, ο ΟΤΕ πρέπει να αποζημιωθεί πλήρως για τις δαπάνες αποκατάστασης καθώς και για κάθε ζημία στον τοπικό βρόγχο, που οφείλεται στη βλάβη και θα έχει ως συνέπεια τη διακοπή των υπηρεσιών του και την πρόκληση ζημιών στις εγκαταστάσεις του ή/ και σε τρίτους. Αντίστοιχα, σε περίπτωση βλάβης του εξοπλισμού του εναλλακτικού παρόχου που οφείλεται αποδεδειγμένα σε υπαιτιότητα του ΟΤΕ, ο εναλλακτικός πάροχος πρέπει να αποζημιωθεί πλήρως από τον ΟΤΕ.

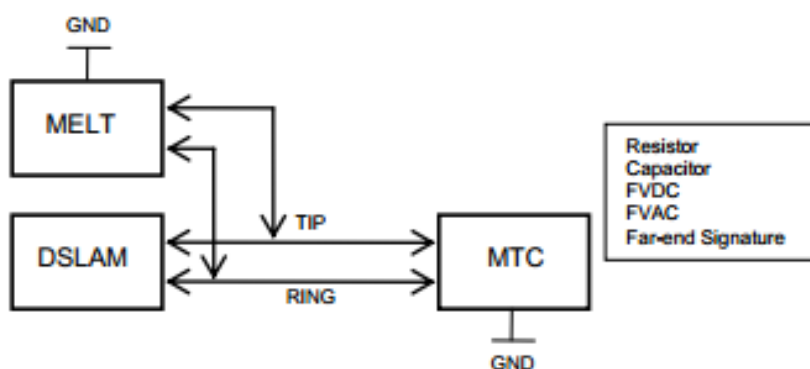
Οι μετρούμενες τιμές που παρουσιάζουν ενδεχόμενη βλάβη στον τοπικό βρόγχο αναφέρονται στο Παράρτημα 5 της υπ' αριθμόν 675/09 Απόφασης (ΦΕΚ 3402/Β/20-12-2012). Στο εδάφιο που ακολουθεί παρουσιάζονται οι απαραίτητες μετρήσεις καθώς και τα όρια μέσα στα οποία οφείλουν να βρίσκονται οι αντίστοιχες μετρούμενες τιμές.

2.2.1 Διάταξη ελέγχου ηλεκτρικών μετρήσεων

Στο πλαίσιο της βλαβοδιαχείρισης μετρούνται οι τιμές των ηλεκτρικών παραμέτρων του τοπικού βρόγχου. Τα μεγέθη που μετρούνται και τα όρια βασίζονται στη Σύσταση G.996.2 της ITU-T. Πρόκειται όπως αναφέρθηκε για τη μέτρηση των ηλεκτρικών

παραμέτρων του τοπικού βρόχου, δηλαδή για μετρήσεις αντιστάσεων, χωρητικότητων και ξένων τάσεων του τοπικού βρόχου.

Η διάταξη ελέγχου των ανωτέρω μετρήσεων, οι οποίες θα αναλυθούν στη συνέχεια του παρόντος κεφαλαίου, απεικονίζεται στο Σχήμα 2.8 και προκύπτει από την Τεχνική Έκθεση TR-286 του Broadband Forum.



Σχήμα 2.8 Διάταξη Ελέγχου Ηλεκτρικών Μετρήσεων

Η συνήθης διάταξη που χρησιμοποιείται για τον έλεγχο των απαιτούμενων μετρήσεων MELT (Metallic Line testing), δηλαδή της μέτρησης των τιμών των ηλεκτρικών παραμέτρων της μεταλλικής γραμμής του τοπικού βρόχου απεικονίζεται στο προηγούμενο σχήμα και αποτελείται από 3 κύρια στοιχεία: το DSLAM (Digital Subscriber Line Access Multiplexer, δηλαδή τον πολυπλέκτη των ψηφιακών συνδρομητικών γραμμών), το προς εξέταση τμήμα του τοπικού βρόχου (Metallic Line Testing entity-MELT) και το συγκεκριμένο κύκλωμα (MELT specific test circuit-MTC) ανάλογα με την μέτρηση που πρόκειται να πραγματοποιηθεί (Αντίσταση, Χωρητικότητα, Ξένες Τάσεις). Η σύνδεση του MTC με το MELT γίνεται είτε μεταξύ των 2 χάλκινων αγωγών (TIP-RING) είτε μεταξύ του αγωγού α και της γείωσης (TIP-GROUND) είτε τέλος μεταξύ του αγωγού β και της γης (RING-GROUND).

Όπως αναφέρθηκε και στην προηγούμενη παράγραφο, το κύκλωμα ελέγχου (MTC), εξαρτάται από την ηλεκτρική παράμετρο του βρόχου που πρόκειται να μετρηθεί κάθε φορά και είναι είτε αντίσταση ελέγχου, είτε χωρητικότητα ελέγχου, είτε πηγή ξένων τάσεων. Ανάλογα με την τιμή της ηλεκτρικής παραμέτρου που υπολογίζεται μπορούν να προκύψουν και τα ανάλογα συμπεράσματα σχετικά με την ποιότητα και το είδος

της ενδεχόμενης βλάβης στον τοπικό βρόχο. Στο εδάφιο 2.2.2 ακολουθεί ανάλυση της σκοπιμότητας της κάθε μέτρησης.

Η αντίσταση ελέγχου λαμβάνει τις τιμές που αναφέρονται στον Πίνακα 2.1 . Οι αντιστάτες που χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο των MELT μετρήσεων πρέπει είναι αρκετά μεγάλης ισχύος ή αρκετά μικρού θερμικού συντελεστή, με στόχο να αποτρέπεται απόκλιση στις τιμές του αντιστάτη μεγαλύτερη από 0,1% κατά τη διάρκεια του ελέγχου.

Πίνακας 2.1 – Τιμές αντιστάσεων ελέγχου

Αντίσταση	Ονομαστική Τιμή	Ακρίβεια Πολυμέτρου
R1	10 Ω ±5 %	±1 Ω
R2	120 Ω ±5 %	±1 %
R3	270 Ω ±5 %	±1 %
R4	600 Ω ±5 %	±1 %
R5	1 kΩ ±5 %	±1 %
R6	47 kΩ ±5 %	±1 %
R7	100 kΩ ±5 %	±1 %
R8	470 kΩ ±5 %	±1 %
R9	1 MΩ ±5 %	±1 %
R10	4,7 MΩ ±5 %	±1 %
R11	6,8 MΩ ±5 %	±1 %
R12	10 MΩ ±5 %	±1 %
R13	OPEN	

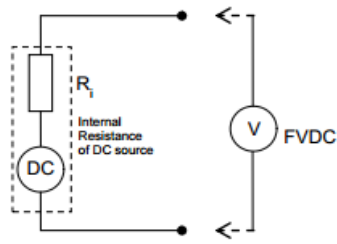
Η χωρητικότητα ελέγχου λαμβάνει τις τιμές που αναφέρονται στον Πίνακα 2.2. Οι χωρητικότητες που χρησιμοποιούνται για να αξιολογηθεί η ποιότητα του τοπικού βρόχου πρέπει να είναι τέτοιου τύπου ώστε η φαινομενική χωρητικότητα να μην μεταβάλλεται ως συνάρτηση της AC ή DC τάσης που θα εφαρμόζεται στον τοπικό

βρόχο κατά τη διαδικασία διεξαγωγής της μέτρησης. Σε διαφορετική περίπτωση, η συσχέτιση ανάμεσα στα αποτελέσματα των μετρήσεων και τα αποτελέσματα του πολυμέτρου μπορεί να μην είναι δυνατή καθώς θα επηρεάζεται και θα είναι διαφορετική η τάση που εφαρμόζεται στο τοπικό βρόχο για τη διαδικασία της μέτρησης.

Πίνακας 2.2 – Τιμές χωρητικότητας ελέγχου

Χωρητικότητα	Ονομαστική Τιμή	Ακρίβεια Πολυμέτρου
C1	OPEN	
C2	10 nF±5 %	±1nF
C3	22 nF±5 %	±1nF
C4	47 nF±5 %	±1nF
C5	100 nF±5 %	±1 %
C6	470 nF±5 %	±1 %
C7	1 μF±5 %	±1 %
C8	4,7 μF±5 %	±1 %

Η Πηγή Ξένης Τάσης DC (Foreign Voltage DC-FVDC, Σχήμα 2.9) λαμβάνει τις τιμές που αναφέρονται στον Πίνακα 2.3. Οι πηγές τάσης που χρησιμοποιούνται για τις μετρήσεις MELT πρέπει να μην επηρεάζονται από τα ρεύματα που μπορεί να εμφανίζονται κατά τη διάρκεια του ελέγχου και να διατηρούν σταθερή τάση εξόδου, εκτός από την φυσιολογική πτώση τάσης κατά μήκος της αντίστασης της πηγής.



Πίνακας 2.3 – Τιμές Πηγής ξένων τάσεων ελέγχου DC

Χωρητικότητα	Ονομαστική Τιμή	Ακρίβεια Πολυμέτρου
FVDC1	OPEN	
FVDC2	20 V	±0,5 V
FVDC 3	115 V	±1 %
FVDC 4	125 V	±1 %
FVDC 5	180 V	±1 %
FVDC 6	250 V	±1 %
FVDC 7	-20 V	±0,5 V
FVDC 8	-48 V	±1 %
FVDC9	-96 V	±1 %
FVDC10	-115 V	±1 %
FVDC11	-125 V	±1 %
FVDC12	-180 V	±1 %
FVDC13	-250 V	±1 %

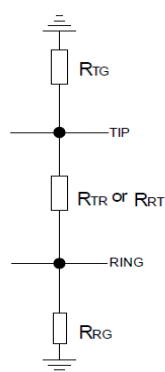
Κάθε ονομαστική τιμή DC τάσης (FVDC) πρέπει να πιστοποιείται μέσω μετρητικής συσκευής (V) και αν είναι απαραίτητο να προσαρμόζεται στην έξοδο της DC πηγής, πριν εκτελεστεί οποιαδήποτε μέτρηση τάσης MELT.

2.2.2 Διαδικασία μετρήσεων και όρια τιμών

2.2.2.1 Αντιστάσεις μόνωσης

Στο πλαίσιο των μετρήσεων προσδιορίζονται τρεις τιμές αντιστάσεων. Μετρούνται:

- Αντίσταση μόνωσης μεταξύ α αγωγού (TIP) και γης (GROUND)- R_{ae} / R_{TG}
- Αντίσταση μόνωσης μεταξύ β αγωγού (RING) και της γης (GROUND)- R_{be} / R_{RG}
- Αντίσταση μόνωσης μεταξύ α αγωγού(TIP) και β αγωγού (RING) $-R_{ab} / R_{TR}$



Σχήμα 2.12 Μετρούμενες αντιστάσεις μόνωσης

Ως προς τις αποδεκτές τιμές καλής λειτουργίας, για να θεωρούνται οι προηγούμενες μετρήσεις εντός ορίων, πρέπει να είναι μεγαλύτερες από τα 10 MΩ ($R_{ae}, R_{be}, R_{ab} > 10$ MΩ).

Όταν οι μετρούμενες αντιστάσεις μόνωσης R_{ae}, R_{be} , είναι μικρότερες των 10 MΩ ($R_{ae}, R_{be} < 10$ MΩ) μπορεί να προκύψει το συμπέρασμα ότι υπάρχει επαφή του εξεταζόμενου κλάδου με την γη. Επιπλέον, αν οι τιμές των δυο αντιστάσεων είναι διαφορετικές μεταξύ τους ($R_{ae} \neq R_{be}$), ενδεχομένως υπάρχει ανισορροπία στο βρόχο (π.χ. διαφορετικό μήκος καλωδίων ή φθορά ενός κλάδου). Όταν η αντίστασης μόνωσης μεταξύ των δυο αγωγών R_{ab} είναι μικρότερη από την αποδεκτή τιμή των 10 MΩ, ενδεχομένως υπάρχει βραχυκύκλωμα μεταξύ των κλάδων. Επιπλέον, αν οι $R_{ab} \neq R_{ba}$ υπάρχει ενδεχόμενο οξείδωσης των καλωδίων (μη γραμμικότητα).

Στον Πίνακα 2.4 παρουσιάζεται η διαδικασία μέτρησης των αντιστάσεων μόνωσης.

Πίνακας 2.4 – Διαδικασία μέτρησης αντιστάσεων μόνωσης

Διάταξη Μέτρησης	<p>(1) Η διάταξη ελέγχου παρουσιάζεται στο Σχήμα 2.8.</p> <p>(2) Στον Πίνακα 2.1 προσδιορίζονται οι τιμές των αντιστάσεων ελέγχου.</p> <p>(3) Τα ρεύματα και οι τάσεις ελέγχου προσδιορίζονται με το τέλος του Πίνακα 2.4.</p> <p>(4) Η πύλη DSL τίθεται IDLE.</p>
Ακολουθούμενη Διαδικασία	<p>(1) Συνδέεται η αντίσταση R1 του Πίνακα 2.1 μεταξύ αγωγών α, β.</p> <p>(2) Πραγματοποιείται η μέτρηση.</p> <p>(3) Καταγράφεται το αποτέλεσμα</p> <p>(4) Συνδέεται η αντίσταση R1 μεταξύ αγωγού α και γης</p> <p>(5) Πραγματοποιείται η μέτρηση</p> <p>(6) Καταγράφεται το αποτέλεσμα</p> <p>(7) Συνδέεται η αντίσταση R1 μεταξύ αγωγού β και γης</p> <p>(8) Πραγματοποιείται η μέτρηση</p> <p>(9) Καταγράφεται το αποτέλεσμα</p> <p>(10) Πραγματοποιούνται τα βήματα (1)-(9) για τις υπόλοιπες αντιστάσεις του Πίνακα 2.1</p>
Αναμενόμενα αποτελέσματα	<p>(1) Οι μετρούμενες τιμές πρέπει να λαμβάνονται εντός τουλάχιστον 20 δευτερολέπτων το λιγότερο</p> <p>(2) Οι τιμές πρέπει να είναι ΕΝΤΟΣ ΟΡΙΩΝ (> 10 ΜΩ) , αφού ληφθεί υπόψη και η ανοχή του πολυμέτρου στη μέτρηση</p> <p>(3) Οι τιμές των ρευμάτων και των τάσεων πρέπει να είναι σύμφωνες με αυτές που θα προσδιοριστούν κατωτέρω.</p>
Παρατηρήσεις	<p>(1) Στην περίπτωση ανοικτοκυκλώματος (R13), τιμές των αντιστάσεων μόνωσης που μετρούνται μεγαλύτερες από 10 ΜΩ περιορίζονται στα 10 ΜΩ</p> <p>(2) Τη χρονική περίοδο στην οποία εκδόθηκε η TR-286 στην οποία βασίζεται η περιγραφόμενη μεθοδολογία, οι τιμές αναφοράς ρευμάτων και τάσεων ελέγχου ήταν προς περαιτέρω μελέτη στη Σύσταση G.996.2</p> <p>(3) Η διαδικασία της μέτρησης θα επιστρέψει αποτελέσματα για τις αντιστάσεις μόνωσης ακόμα και αν ο ένας κλάδος έχει φορτίο ελέγχου και ο άλλος παραμένει ανοικτοκυκλωμένος. Η μέτρηση που λαμβάνεται στον κλάδο που είναι συνδεδεμένο φορτίο πρέπει να συμβαδίζει με την ένδειξη του πολυμέτρου. Το αποτέλεσμα του ανοικτοκυκλωμένου κλάδου αγνοείται.</p>

Σχετικά με τις τάσεις ελέγχου (VDC_{TR} , VDC_{RT} , VDC_{TG} , VDC_{RG}) και τα αντίστοιχα ρεύματα ελέγχου (IDC_{TR} , IDC_{RT} , IDC_{TG} , IDC_{RG}), πρέπει να είναι εντός των ορίων των Πινάκων (Πίνακας 2.5 ,2.6) που ακολουθούν.

Οι τιμές τάσεων που επιστρέφονται από τη διαδικασία αντιπροσωπεύουν στιγμιαίες τάσεις κατά τη διαδικασία ελέγχου. Για να συγκριθούν οι αναφερόμενες τιμές τάσεων με τις πραγματικές, πρέπει να παρακολουθούνται κατά τη διάρκεια της μέτρησης

μέσω παλμογράφου. Η μέτρηση μέσω πολυμέτρου δεν είναι δυνατή καθώς δεν παρουσιάζει ασφαλή αποτελέσματα.

Σχετικά με τις τιμές των ρευμάτων, πρόκειται για εκτίμηση των ρευμάτων που θα μετρούνταν με χρήση δύο αμπερομέτρων συνδεδεμένων με τον αγωγό α και τη γείωση και με τον αγωγό β και τη γείωση, ή μέσω ενός αμπερομέτρου συνδεδεμένου μεταξύ των δύο αγωγών. Δεν είναι πραγματικές τιμές που μπορούν να μετρηθούν κατά τη διάρκεια του ελέγχου.

Πίνακας 2.5 – Τάσεις Ελέγχου αντιστάσεων μόνωσης

Τάσεις ελέγχου (V)	Ακρίβεια	Βήμα Μέτρησης
$-20 \leq V_{DC_{XY}} \leq 20$	$\pm 1 \text{ V}$	100 mV
$-100 < V_{DC_{XY}} < -20$ $20 \leq V_{DC_{XY}} \leq 100$	$\pm 5 \%$	100 mV

Πίνακας 2.6 – Ρεύματα Ελέγχου αντιστάσεων μόνωσης

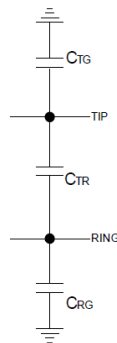
Ρεύματα ελέγχου (V)	Ακρίβεια	Βήμα Μέτρησης
$-20 \leq I_{DC_{XY}} \leq 20$	$\pm 2 \text{ mA}$	1 mA
$-100 < I_{DC_{XY}} < -20$ $20 \leq I_{DC_{XY}} \leq 100$	$\pm 10 \%$	1 mA

2.2.2.2 Χωρητικότητες

Στο πλαίσιο των μετρήσεων προσδιορίζονται τρεις τιμές χωρητικότητας. Μετρούνται:

- Χωρητικότητα μεταξύ α αγωγού (TIP) και γης (GROUND)- C_{ae} / C_{TG}
- Χωρητικότητα μεταξύ β αγωγού (RING) και της γης (GROUND)- C_{be} / C_{RG}

- Χωρητικότητα μεταξύ α αγωγού(TIP) και β αγωγού (RING)-Χωρητικότητα Γραμμής $-C_{ab}/C_{TR}$



Σχήμα 2.13 Μετρούμενες Χωρητικότητες

Οι αποδεκτές τιμές καλής λειτουργίας για να θεωρούνται οι προαναφερθείσες μετρήσεις χωρητικότητας εντός ορίων είναι κάθε μετρούμενη τιμή να της τάξης των 43nF/km ($C_{ae}, C_{be}, C_{ab} \approx 43\text{nF/km}$). Στα παλιότερα επαρχιακά δίκτυα η τιμή ενδέχεται να φτάνει μέχρι τα 49nF/km. Η C_{ae} δεν θα πρέπει να διαφέρει από την C_{be} κατά ποσοστό μεγαλύτερο του 10%.

Από την μέτρηση της χωρητικότητας της γραμμής μπορεί να εξαχθεί συμπέρασμα για το μήκος της γραμμής. Επιπλέον, αν γίνει σύγκριση με το εκτιμώμενο μήκος του βρόχου ή με προηγούμενη ίδια μέτρηση, μπορούν να εντοπιστούν διακοπές του κλάδου κατά μήκος του βρόχου. Όταν οι τιμές C_{ae}, C_{be} διαφέρουν, εκτιμάται ενδεχόμενη ανισορροπία στη γραμμή (π.χ. υγρασία, φθαρμένη καλωδίωση, διακοπή ενός κλάδου).

Στον Πίνακα 2.7 παρουσιάζεται η διαδικασία μέτρησης των αντιστάσεων μόνωσης.

Πίνακας 2.7 – Διαδικασία μέτρησης Χωρητικότητας

<p>Διάταξη Μέτρησης</p>	<p>(1) Η διάταξη ελέγχου παρουσιάζεται στο Σχήμα 2.8. (2) Στον Πίνακα 2.2 προσδιορίζονται οι τιμές των χωρητικότητων ελέγχου. (3) Οι AC τάσεις ελέγχου προσδιορίζονται με το τέλος του Πίνακα 2.7. (4) Η πύλη DSL τίθεται IDLE.</p>
<p>Ακολουθούμενη διαδικασία</p>	<p>(1) Συνδέεται η αντίσταση C1 του Πίνακα 2.2 μεταξύ αγωγών α, β. (2) Πραγματοποιείται η μέτρηση. (3) Καταγράφεται το αποτέλεσμα (4) Συνδέεται η αντίσταση C2 μεταξύ αγωγού α, β (5) Πραγματοποιείται η μέτρηση (6) Καταγράφεται το αποτέλεσμα (7) Συνδέεται η αντίσταση C2 μεταξύ αγωγού α και γης (8) Πραγματοποιείται η μέτρηση (9) Καταγράφεται το αποτέλεσμα (10) Συνδέεται η αντίσταση C2 μεταξύ αγωγού β και γης (11) Πραγματοποιείται η μέτρηση (12) Καταγράφεται το αποτέλεσμα (13) Πραγματοποιούνται τα βήματα (4)-(12) για τις υπόλοιπες τιμές χωρητικότητων του Πίνακα 2.2</p>
<p>Αναμενόμενα αποτελέσματα</p>	<p>(1) Οι μετρούμενες τιμές πρέπει να λαμβάνονται εντός τουλάχιστον 20 δευτερόλεπτων το λιγότερο (2) Προσδιορίζονται οι τιμές των χωρητικότητων, αφού ληφθεί υπόψιν και η ανοχή του πολυμέτρου στη μέτρηση. (3) Οι τιμές των τάσεων πρέπει να είναι σύμφωνες με αυτές που θα προσδιοριστούν ακολούθως. (4) Με βάση τις τιμές χωρητικότητας που προσδιορίζονται μπορούν να προσδιοριστούν οι ανά μονάδα μήκους τιμές (nF/km), οι οποίες πρέπει να είναι ΕΝΤΟΣ ΟΡΙΩΝ. Η ανωτέρω διαδικασία δίνει τιμές χωρητικότητας (F)</p>
<p>Παρατηρήσεις</p>	<p>(1) Στην περίπτωση ανοικτοκυκλώματος (C1), οι μετρούμενες τιμές πρέπει να είναι $0 \text{ nF} \pm 3 \text{ nF}$. Αρνητικές τιμές στρογγυλοποιούνται στα 0 nF . (2) Τη χρονική περίοδο στην οποία εκδόθηκε η TR-286 όπου βασίζεται η περιγραφόμενη μεθοδολογία, οι τιμές αναφοράς των τάσεων ελέγχου ήταν προς περαιτέρω μελέτη στη Σύσταση G.996.2 (3) Η διαδικασία της μέτρησης θα επιστρέψει αποτελέσματα για τις αντιστάσεις μόνωσης ακόμα και αν ο ένας κλάδος έχει φορτίο ελέγχου και ο άλλος παραμένει ανοικτοκυκλωμένος. Η μέτρηση που λαμβάνεται στον κλάδο στον οποίο είναι συνδεδεμένο φορτίο πρέπει να ταιριάζει με την ένδειξη του πολυμέτρου. Το αποτέλεσμα του ανοικτοκυκλωμένου κλάδου αγνοείται</p>

Οι τάσεις ελέγχου $V_{AC_{TR}}$, $V_{AC_{RT}}$, $V_{AC_{TG}}$, $V_{AC_{RG}}$ πρέπει να είναι εντός των ορίων του Πίνακα 2.8 που ακολουθεί.

Οι τιμές τάσεων που επιστρέφονται από τη διαδικασία αντιπροσωπεύουν στιγμιαίες τάσεις κατά τη διαδικασία ελέγχου. Για να συγκριθούν οι αναφερόμενες τιμές τάσεων με τις πραγματικές, πρέπει να παρακολουθούνται κατά τη διάρκεια της μέτρησης μέσω παλμογράφου. Η μέτρηση μέσω πολυμέτρου δεν είναι δυνατή καθώς δεν παρουσιάζει ασφαλή αποτελέσματα.

Πίνακας 2.8 – Τάσεις Ελέγχου αντιστάσεων μόνωσης

Τάσεις ελέγχου (V)	Ακρίβεια	Βήμα Μέτρησης
$0 \leq V_{AC_{XY-cc}} \leq 10$	$\pm 0,5 \text{ Vrms}$	100 mV
$10 < V_{DC_{XY-cc}} < 100$	$\pm 5 \%$	100 mV

Στην περίπτωση όπου για τη μέτρηση χρησιμοποιείται ημιτονικό σήμα, έγκυρη τιμή της συχνότητας του σήματος είναι από 0 μέχρι 1000 Hz με βήμα 1 Hz.

2.2.2.3 Ξένες τάσεις

Τέλος, προσδιορίζονται τρεις τιμές ξένων τάσεων. Μετρούνται:

- Ξένη τάση μεταξύ α αγωγού (TIP) και γης (GROUND)- $V_{\xi_{ae}} / V_{\xi_{TG}}$
- Ξένη τάση μεταξύ β αγωγού (RING) και της γης (GROUND)- $V_{\xi_{be}} / V_{\xi_{RG}}$
- Ξένη τάση μεταξύ α αγωγού(TIP) και β αγωγού (RING) $-V_{\xi_{ab}} / V_{\xi_{TR}}$

Για να θεωρούνται οι ανωτέρω μετρήσεις εντός ορίων, κάθε μετρούμενη τιμή πρέπει να είναι μικρότερη από τα 0.5 V ($V_{\xi_{ae}}, V_{\xi_{be}}, V_{\xi_{ab}} < 0.5V$).

Από τη μέτρηση των τιμών ξένων τάσεων μπορεί να εξαχθεί συμπέρασμα για τον βρόχο που ενδεχομένως βραχυκυκλώνεται με κλάδο άλλου βρόχου.

Στον Πίνακα 2.9 παρουσιάζεται η διαδικασία μέτρησης των ξένων τάσεων.

Πίνακας 2.9 – Διαδικασία μέτρησης ξένων τάσεων

Διάταξη Μέτρησης	<p>(1) Η διάταξη ελέγχου παρουσιάζεται στο Σχήμα 2.8.</p> <p>(2) Στον Πίνακα 2.3 προσδιορίζονται οι τιμές των πηγών ξένων τάσεων ελέγχου.</p> <p>(3) Η πύλη DSL τίθεται IDLE.</p>
Ακολουθούμενη διαδικασίας	<p>(1) Συνδέεται η εξωτερική πηγή DC τάσης μεταξύ των αγωγών α, β και παράγεται η τάση FVDC1 του Πίνακα 2.3 μεταξύ αγωγών α, β (ανοιχτοκύκλωμα).</p> <p>(2) Πραγματοποιείται η μέτρηση</p> <p>(3) Καταγράφεται το αποτέλεσμα</p> <p>(4) Συνδέεται η εξωτερική πηγή DC τάσης μεταξύ των αγωγών α, β και παράγεται η τάση FVDC2 του Πίνακα 2.3 μεταξύ αγωγών α, β</p> <p>(5) Πραγματοποιείται η μέτρηση</p> <p>(6) Καταγράφεται το αποτέλεσμα</p> <p>(7) Συνδέεται η εξωτερική πηγή DC τάσης μεταξύ των αγωγών α και της γης και παράγεται η τάση FVDC2 του Πίνακα 2.3</p> <p>(8) Πραγματοποιείται η μέτρηση</p> <p>(9) Καταγράφεται το αποτέλεσμα</p> <p>(10) Συνδέεται η εξωτερική πηγή DC τάσης μεταξύ των αγωγών β και της γης και παράγεται η τάση FVDC2 του Πίνακα 2.3</p> <p>(11) Πραγματοποιείται η μέτρηση</p> <p>(12) Καταγράφεται το αποτέλεσμα</p> <p>(13) Πραγματοποιούνται τα βήματα (4)-(12) για τις υπόλοιπες τιμές τάσεων του Πίνακα 2.3</p>
Αναμενόμενα αποτελέσματα	<p>(1) Οι μετρούμενες τιμές πρέπει να λαμβάνονται εντός τουλάχιστον 20 δευτερόλεπτων το λιγότερο</p> <p>(2) Οι τιμές πρέπει να είναι ΕΝΤΟΣ ΟΡΙΩΝ ($< 0,5V$), αφού ληφθεί υπόψη και η ανοχή του πολυμέτρου στη μέτρηση</p>
Παρατηρήσεις	<p>(1) Στην περίπτωση ανοικτοκυκλώματος (FVDC1), οι μετρούμενες τιμές τάσεων πρέπει να είναι $0V \pm 1V$</p> <p>(2) Η διαδικασία της μέτρησης θα επιστρέψει αποτελέσματα για τις ξένες τάσεις ακόμα και αν ο ένας κλάδος έχει φορτίο ελέγχου και ο άλλος παραμένει ανοικτοκυκλωμένος. Η μέτρηση που λαμβάνεται στον κλάδο που υπάρχει φορτίο πρέπει να συμφωνεί με την ένδειξη του πολυμέτρου. Το αποτέλεσμα του ανοικτοκυκλωμένου κλάδου αγνοείται.</p> <p>(3) Καθώς υπάρχουν προστατευτικά στοιχεία είναι ενδεχόμενο η τάση εισόδου να επηρεάζεται από αυτά. Η μέτρηση με το πολύμετρο της εφαρμόσιμης τάσης πρέπει να εκτελείται κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης του ελέγχου, ούτως ώστε να συγκριθεί με το αποτέλεσμα της MELT μέτρησης</p>

2.2.3 Παρατηρήσεις

Οι προαναφερθείσες ηλεκτρικές μετρήσεις είναι ουσιαστικά μετρήσεις παραδοσιακής τηλεφωνίας δικτύων POTS. Ως εκ τούτου λαμβάνουν υπόψη τις χαμηλότερες μόνο συχνότητες, αυτές που μεταφέρουν σήματα φωνής, με αποτέλεσμα να μην παρέχουν πληροφορίες για όλες οι τεχνολογίες, που χρησιμοποιούν υψηλότερες συχνότητες. Προκειμένου να υποστηρίζονται όλες οι ευρυζωνικές υπηρεσίες και να λαμβάνονται υπόψη τα χαρακτηριστικά του βρόχου και στις υψηλές και στις χαμηλές συχνότητες, ο εναλλακτικός πάροχος έχει τη δυνατότητα να υποβάλει τα αποτελέσματα μέτρησης ανακλασιμετρίας χρόνου (Time Domain Reflectometry-TDR), αφού πρώτα απομονωθεί ο τοπικός βρόχος από την εσωτερική καλωδίωση του συνδρομητή, προκειμένου να τεκμηριωθεί η ύπαρξη μιας βλάβης και το εικονιζόμενο σημείο αυτής. Επιπλέον, εναλλακτική επιλογή αποτελεί η παρουσίαση ευρυζωνικών μετρήσεων όπως της συνάρτησης μεταφοράς του βρόχου (Hlog) και της εξασθένησης πάνω στο βρόχο. Παρότι με τις μετρήσεις αυτές θα μπορούσαν να προκύψουν ασφαλέστερα αποτελέσματα που λαμβάνουν υπόψη την απόδοση του βρόχου και στις χαμηλές και στις υψηλές συχνότητες, οι μετρήσεις αυτές δεν ποσοτικοποιούνται εύκολα, ούτε υπάρχουν αντικειμενικά, επίσημα κριτήρια για να περιγραφεί μέσω αυτών η βλάβη και το σημείο όπου αυτή εντοπίζεται. Για το λόγο αυτό και η υιοθέτηση είτε μετρήσεων TDR είτε ευρυζωνικών μετρήσεων δεν είναι ούτε καθολική ούτε υποχρεωτική. Τέτοιου είδους μετρήσεις μπορούν όμως να χρησιμεύσουν στους εναλλακτικούς παρόχους ως ένδειξη βλάβης ή καλής λειτουργίας του τοπικού βρόχου.

3 Δείκτες Ανθεκτικότητας-Ακεραιότητας δικτύων και υπηρεσιών

3.1 Εισαγωγή

Στο Κεφάλαιο 1 παρουσιάστηκαν οι δείκτες που αποτιμούν την ποιότητα της παρεχόμενης υπηρεσίας σταθερής ή κινητής τηλεφωνίας στον τελικό χρήστη. Οι Δ.Π. αυτοί, όμως, αναφέρονται σε συνήθεις περιπτώσεις. Σε περίπτωση Ανωτέρας Βίας-Καταστροφικής Βλάβης, ο υπόχρεος πάροχος απαλλάσσεται των υποχρεώσεων του ως προς τις μετρήσεις Δ.Π. υπηρεσιών κατά το μέτρο κατά το οποίο η μη εκπλήρωση των υποχρεώσεων του οφείλεται στην Ανωτέρα Βία ή προκαλείται από αυτήν και μόνο για τους δείκτες που επηρεάζονται από το γεγονός της Ανωτέρας Βίας.

Ως Ανωτέρα Βία-Καταστροφική Βλάβη νοείται κάθε απρόβλεπτη και εξαιρετική κατάσταση ή συμβάν, η οποία δεν εμπίπτει στη σφαίρα επιρροής και ελέγχου του υπόχρεου παρόχου και δεν θα μπορούσε να αποφευχθεί ακόμα και αν ο πάροχος, τηρώντας ή συμμορφούμενος με κανονισμούς και νόμους, είχε επιδείξει την επιμέλεια που αναμένεται από ένα λογικό και συνετό χειριστή. Η Ανωτέρα Βία έχει ως συνέπεια να εμποδίζεται η πραγματοποίηση των μετρήσεων Δ.Π. ή/και να υποβαθμίζονται οι Δ.Π. υπηρεσιών.

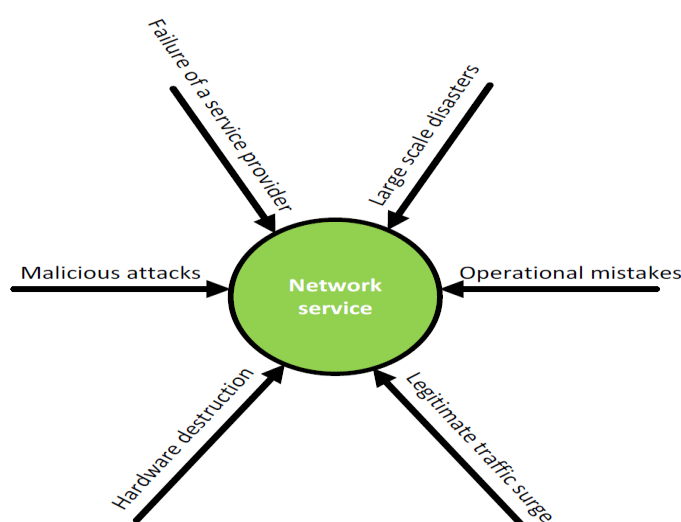
Ως ανωτέρα Βία θα μπορούσε να θεωρηθεί παραδείγματος χάρη μια φυσική καταστροφή. Σε τέτοιες περιπτώσεις, οι τηλεπικοινωνίες παίζουν ζωτικό ρόλο στην παρακολούθηση των περιβαλλοντικών συνθηκών, στην άμεση μετάδοση προειδοποιήσεων καθώς και στο συντονισμό των ενεργειών αρωγής και αποκατάστασης.

3.2 Ανθεκτικότητα- Ακεραιότητα Δικτύων και υπηρεσιών

3.2.1 Εισαγωγή- Ορισμοί

Διακοπές λόγω φυσικών φαινομένων, επιθέσεις στο διαδίκτυο, βλάβες σε λογισμικό ή σε μηχανικά μέρη, απαξίωση της τεχνολογίας ή ακόμα και ανθρώπινο λάθος είναι παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν τη σωστή λειτουργία τόσο του δημόσιου όσο και ιδιωτικών τηλεπικοινωνιακών δικτύων και των σχετικών με αυτά

υποστηριζόμενων υπηρεσιών. Τέτοιες διακοπές αποκαλύπτουν την πραγματική εξάρτηση της κοινωνίας μας από τα τηλεπικοινωνιακά δίκτυα και τις υπηρεσίες που υποστηρίζουν, όπως και την αλληλεξάρτηση των συστημάτων που αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους. Στο Σχήμα 3.1 παρουσιάζονται προκλήσεις που θα μπορούσαν να επηρεάσουν τη σωστή λειτουργία ενός δικτύου.



Σχήμα 3.1- Κίνδυνοι για τα τηλεπικοινωνιακά δίκτυα

Η Ανθεκτικότητα του δικτύου (Network resilience) και η Ακεραιότητα (Integrity) του γίνονται ολοένα και σημαντικότεροι παράγοντες για την ασφάλεια (security), την μελέτη κινδύνου (risk theory), τις εφαρμοζόμενες πρακτικές και τις αποφάσεις. Η ανάγκη για Ανθεκτικότητα κερδίζει συνεχώς όλο και περισσότερο έδαφος μεταξύ των ενδιαφερόμενων με αποτέλεσμα να έχουν ήδη υιοθετηθεί ένα πλήθος ορισμών και εννοιολογικών προσεγγίσεων.

Ως Ανθεκτικότητα δικτύου νοείται η ικανότητά του να αντιστέκεται σε καταστάσεις και γεγονότα που είναι σε θέση να επηρεάσουν την ομαλή λειτουργία του. Ενώ Ακεραιότητα δικτύου είναι η ικανότητα του δικτύου να διατηρεί τη λειτουργικότητα για την οποία έχει σχεδιαστεί.

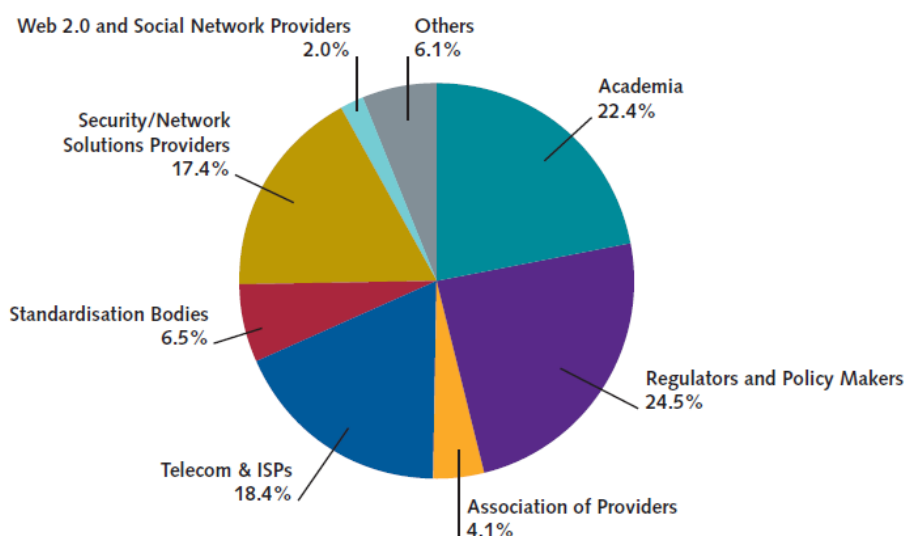
Για να διασφαλιστεί η επιθυμητή ανθεκτικότητα του δικτύου, είναι αναγκαίο ένα καλώς οριζόμενο και αποδεκτό σύστημα δεκτών και μετρήσεων (metrics and measurements). Εντούτοις, ακόμα και οι βασικές μετρήσεις ανθεκτικότητας που πραγματοποιούνται σήμερα υστερούν ως προς τον τυποποιημένο τρόπο με τον οποίο

περιγράφονται ή δεν είναι ευρέως αποδεκτές. Το επίπεδο ωριμότητας των τρεχουσών μετρήσεων έρχεται σε μεγάλη αντίθεση με τη μεγάλη πολυπλοκότητα, την ανάγκη των τηλεπικοινωνιακών δικτύων για ανθεκτικότητα και την εξάρτηση των καταναλωτών από τις τηλεπικοινωνιακές υπηρεσίες.

3.2.2 Προκλήσεις και προτάσεις μελέτης ENISA

Με σκοπό να παρέχει μια συνολική εικόνα όσον αφορά την ανθεκτικότητα δικτύων, πραγματοποιήθηκε έρευνα υπό την επίβλεψη του ENISA (European Network and Information Security Agency). Η έρευνα πραγματοποιήθηκε με τη μορφή ερωτήσεων που απεστάλησαν σε όλους τους ενδιαφερομένους. Από τα αποτελέσματα της έρευνας προέκυψαν πολύ βασικά συμπεράσματα.

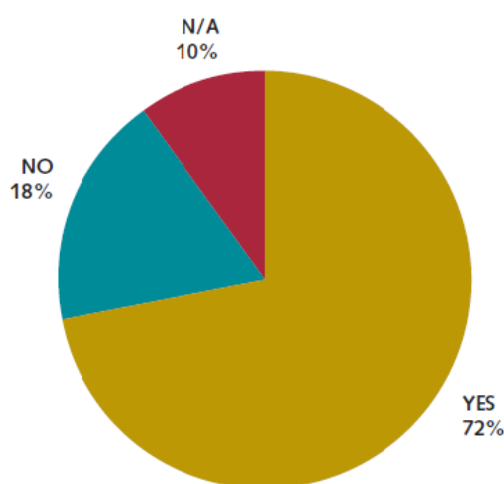
Στο Γράφημα 3.2 παρουσιάζεται η κατανομή των ενδιαφερομένων που συμμετείχαν στην έρευνα.



Γράφημα 3.2 Κατανομή ενδιαφερομένων στην έρευνα του ENISA

Η πρώτη παρατήρηση που προέκυψε από την έρευνα, αν και αναμενόμενη, ήταν αρκετά ενδιαφέρουσα. Ο όρος 'Ανθεκτικότητα', αν και θεμελιώδης, είναι ακόμα ελλιπώς προσδιορισμένος, ενώ υπήρχε μεγάλη σύγχυση ανάμεσα στους ενδιαφερομένους σχετικά με τους όρους μέτρηση, δείκτης, μέτρο (measurement, metric, indicator, measure).

Διαπιστώθηκε, επιπλέον, ότι δεν χρησιμοποιούνται συνηθισμένες πρακτικές, καθώς δεν ήταν δυνατό να προσδιοριστεί κάποια. Οι οργανισμοί έχουν τις δικές τους προσεγγίσεις στο θέμα και τα δικά τους μέσα για να προσδιορίζουν την ανθεκτικότητα του δικτύου, χωρίς, επιπλέον, όλοι οι ενδιαφερόμενοι να ενδιαφέρονται πραγματικά για την ανθεκτικότητα του δικτύου τους.



Γράφημα 3.3 Ποσοστό συμμετεχόντων που μετρούν την Ανθεκτικότητα και/ή την ασφάλεια

Αν και οι μετρήσεις ασφάλειας και ανθεκτικότητας του δικτύου θεωρούνται πολύ σημαντικές και τα οφέλη είναι αναγνωρισμένα, η εφαρμογή τους αντιμετωπίζει σημαντικά εμπόδια..

Όσον αφορά τα μέτρα αυτά καθαυτά, θεωρείται ότι η διαθεσιμότητα του δικτύου είναι μια ένδειξη που καλύπτει όλες τις υπόλοιπες, καθώς πιστεύεται ότι ο χρόνος στον οποίο δεν λειτουργεί το δίκτυο (downtime), ο χρόνος απόκρισης (response time) και ο χρόνος επιδιόρθωσης (repair time) είναι όλοι δείκτες που αποτυπώνονται στη διαθεσιμότητα του δικτύου. Οι υπόλοιπες μετρήσεις είναι λιγότερο δημοφιλείς και η δημοτικότητά τους εξαρτάται σημαντικά από την ευκολία στον ορισμό, την πραγματοποίηση της μέτρησης και το συνδυασμό των μετρήσεων μεταξύ τους.

Δείκτες ανθεκτικότητας όσον αφορά την ετοιμότητα του δικτύου, όπως η 'ευρωστία της τοπολογίας' ('topology robustness') ενός δικτύου καθώς και η χρησιμοποιούμενη χωρητικότητα, είναι δείκτες που επίσης υπολογίζονται, αλλά κυρίως κατά τον σχεδιασμό του δικτύου και όχι κατά τη λειτουργία των υπηρεσιών.

Οι μετρήσεις ασφάλειας θεωρούνται ότι είναι καλύτερα ορισμένες αλλά πολύ δυσκολότερο να πραγματοποιηθούν. Ενώ ο όρος ασφάλεια ορίζεται άμεσα από όλα τα ενδιαφερόμενα μέρη, είναι πολύ δυσκολότερο να μετρηθεί σε σχέση με την ανθεκτικότητα και ως εκ τούτου δεν υπάρχουν πολλές καθιερωμένες διαδικασίες και μέθοδοι για να μετρήσει.

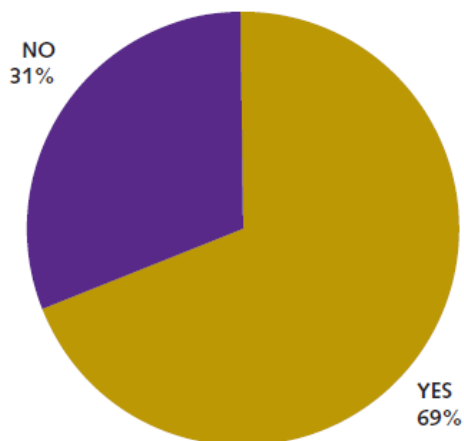
Για τη διαδικασία καθορισμού και την εκτέλεση των μετρήσεων είναι ζωτικής σημασίας η ύπαρξη διαθέσιμων και αξιόπιστων πηγών δεδομένων. Συνήθως χρησιμοποιούνται οι εξής 2 τύπου πηγών δεδομένων:

- Ενεργοί τύποι πηγών δεδομένων, όπου τα δεδομένα προέρχονται από το οργανισμό, π.χ. από μετρήσεις που προηγήθηκαν.
- Αντιδραστικοί τύποι πηγών δεδομένων, όπου τα δεδομένα προέρχονται από στοιχεία που προέρχονται από βάσεις δεδομένων που δεν ανήκουν στον οργανισμό, π.χ. αναφορές ασφάλειας από διάφορους προμηθευτές υλικού.

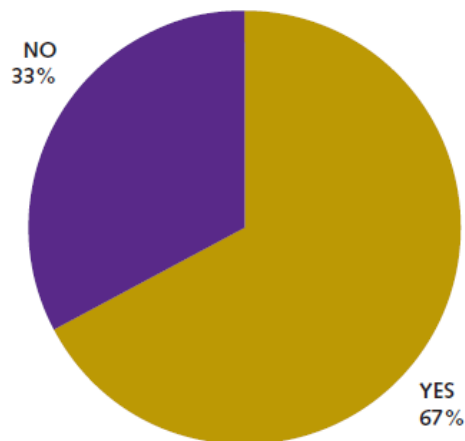
Τα δεδομένα που προέρχονται και από τους δύο τύπους πηγών δεδομένων μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εξαγωγή προβλέψεων για το μέλλον. Δεδομένου όμως ότι τα δεδομένα αυτά δεν είναι απόλυτα αντικειμενικά και μετρήσιμα, σωστό είναι οι προβλέψεις που θα προκύψουν να θεωρούνται τάσεις και όχι μετρήσεις ή γεγονότα. Καθώς το τοπίο στον τομέα των δικτύων και των υπηρεσιών αλλάζει ραγδαία, μακροπρόθεσμες προβλέψεις είναι πολύ δύσκολο να πραγματοποιηθούν, βραχυπρόθεσμες προβλέψεις, όμως, μπορούν να εξαχθούν με σχετική ασφάλεια.

Σε γενικές γραμμές, η δυσκολία στη συλλογή και ανάλυση των δεδομένων που απαιτούνται ώστε να πραγματοποιούνται μετρήσεις ασφάλειας και ανθεκτικότητας είναι πολύ περιοριστικοί παράγοντες και επηρεάζουν την υιοθέτηση τέτοιων μετρήσεων. Πολλοί οργανισμοί επικαλούνται αυτό το επιχείρημα ώστε να αμφισβητήσουν οποιαδήποτε πρωτοβουλία σχετίζεται με τον καθορισμό μετρήσεων ανθεκτικότητας και ασφάλειας.

Αν και υπάρχει ενημέρωση των ενδιαφερόμενων σχετικά με μετρήσεις ασφάλειας και ανθεκτικότητας, το ποσοστό χρήσης τους είναι μικρό, όπως αποτυπώνουν και τα κατωτέρω γραφήματα.



Γράφημα 3.4 Ποσοστό ενημέρωσης για συγκεκριμένα εργαλεία, μετρήσεις, μεθόδους

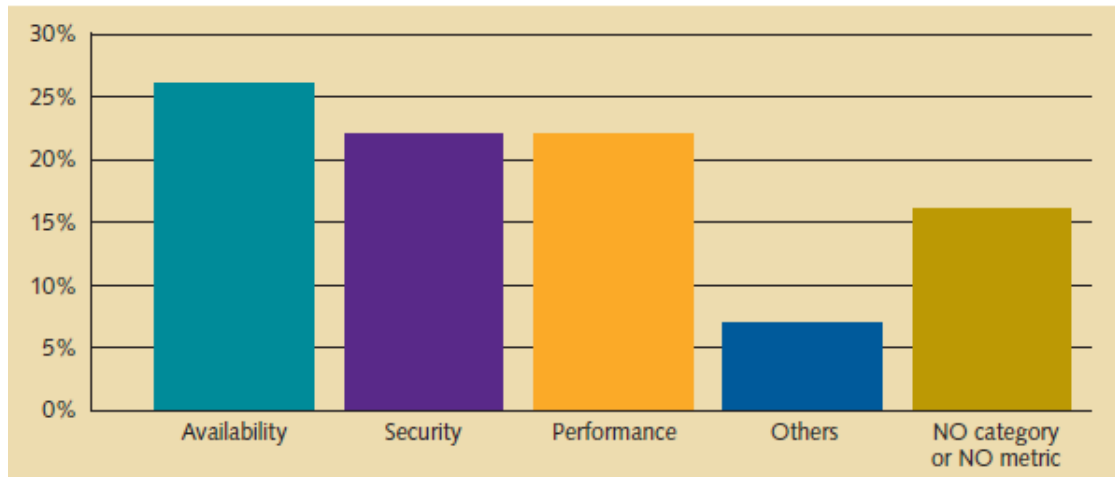


Γράφημα 3.5 Αποτελεσματική χρήση εργαλείων, μετρήσεων, μεθόδων

Επίσης, από την έρευνα διαπιστώθηκε ότι ο προσδιορισμός των σωστών απαιτήσεων κατά το σχεδιασμό ενός δικτύου θεωρείται μέθοδος διασφάλισης της ανθεκτικότητας του καθώς και το ότι υπάρχει πολύ μικρός βαθμός ενημέρωσης σχετικά με την ύπαρξη επίσημων κρατικών κανονισμών και οδηγιών.

Οι ανωτέρω παρατηρήσεις έγιναν με βάση ερωτήσεις που είχαν ως κεντρική ιδέα τη στρατηγική, την οργάνωση και τον τρόπο λειτουργίας των διαφόρων συμμετεχόντων-ενδιαφερομένων στην έρευνα. Οι παρατηρήσεις που ακολουθούν προέκυψαν έχοντας ως κεντρικό θέμα τις τιμές των μετρήσεων που πραγματοποιούν οι διάφοροι οργανισμοί.

Προέκυψε, λοιπόν, ότι ουσιαστικές κατηγορίες μετρήσεων μπορούν να βοηθήσουν στη συστημική και περιεκτική πρακτική προσέγγιση του ζητήματος. Οι βασικές κατηγορίες μετρήσεων που χρησιμοποιούνται είναι αυτές που απεικονίζονται στο Γράφημα 3.6:



Γράφημα 3.6 Βασικές κατηγορίες μετρήσεων

Εντούτοις, η ομαδοποίηση των μετρήσεων σε συγκεκριμένες κατηγορίες δεν αποτελεί προτεραιότητα για τους οργανισμούς και θεωρείται ότι δεν προσφέρει σημαντικές πληροφορίες για τη λειτουργία του οργανισμού. Μεγαλύτερη προτεραιότητα δίδεται στην συχνότητα πραγματοποίησης μιας μέτρησης. Αναγνωρίστηκε πως η συχνότητα πρέπει να προσαρμόζεται στο επίπεδο οφέλους του οργανισμού από αυτήν, τον σκοπό της μέτρησης και τις διαφορές ανάλογα με τις εσωτερικές ή ρυθμιστικές απαιτήσεις του κάθε οργανισμού που απευθύνεται.

Το μέγεθος που υπολογίζει μια μέτρηση και ο ρόλος του μεγέθους αυτού για τη λειτουργία του οργανισμού, επηρεάζουν στην αξιολόγηση της χρησιμότητας της, ενώ τα όρια κάθε μέτρησης καθορίζονται ανάλογα με την υπηρεσία που εξυπηρετούν και βασίζονται συνήθως σε ιστορικά δεδομένα. Ο προσδιορισμός μόνο της μέσης τιμής μιας μέτρησης δεν θεωρείται συνήθως αρκετή πληροφορία. Πρέπει, επιπλέον, να λαμβάνονται υπόψη και η μέγιστη τιμή, ο μέσος και η διασπορά των τιμών. Τελευταίο συμπέρασμα που προέκυψε από αυτή την κατηγορία ερωτήσεων ήταν ότι η αβεβαιότητα κατά τη διάρκεια των μετρήσεων πρέπει να αντιμετωπίζεται με κατάλληλο τρόπο.

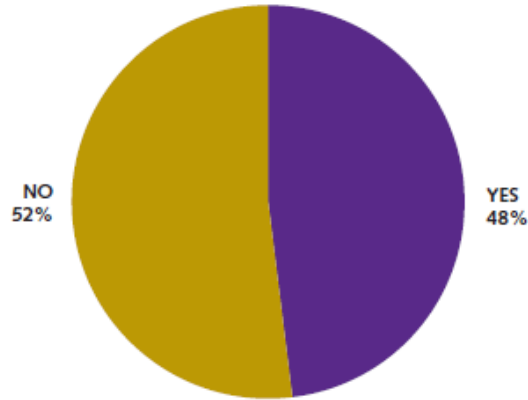
Βασική κεντρική θεματική ενότητα του ερωτηματολογίου ήταν η ανάλυση και διαχείριση του κινδύνου και με βάση ερωτήματα που σχετίζονταν με την ανωτέρω θεματική ενότητα προέκυψαν τα ακόλουθα συμπεράσματα:

1. Οι μετρήσεις θεωρήθηκαν χρήσιμο διοικητικό εργαλείο. Η εφαρμογή τους πρέπει να είναι μια διαρκής διαδικασία επαναλαμβανόμενων αξιολογήσεων και προοδευτικής βελτίωσης της αποτελεσματικότητας της ανθεκτικότητας και της ασφάλειας των διαφόρων δικτύων, συστημάτων και υπηρεσιών που συνεργάζονται.
2. Οι διάφορες μετρήσεις ασφάλειας χρησιμεύουν και ως είσοδος στην ανάλυση κινδύνου κάθε οργανισμού. Όμως, οι διάφοροι ενδιαφερόμενοι δεν υπήρξαν ενήμεροι ή δεν εφαρμόζουν με συνέπεια υπάρχοντα μοντέλα για την ανάλυση των μετρήσεων.

Η πηγή του προβλήματος της μη εφαρμογής μετρήσεων ανθεκτικότητας αναδείχτηκε τις ερωτήσεις που είχαν ως κεντρική θεματική ενότητα τη συνεργασία και από τη διακίνηση πληροφοριών.

Όσον αφορά το ζήτημα της ανθεκτικότητας, πρωτοβουλίες βρίσκονται ακόμα σε πρωταρχικό στάδιο και δεν είναι υψηλής προτεραιότητας από τους οργανισμούς. Εντούτοις, υπάρχει ενισχυμένη επίγνωση εξελισσόμενων πρωτοβουλιών που σκοπεύουν να ευθυγραμμίσουν τις προσπάθειες των διαφόρων ενδιαφερομένων σχετικά με μετρήσεις ασφάλειας και ανθεκτικότητας. Ειδικότερα, πολλά μέλη του ακαδημαϊκού κόσμου θεωρούν τη συνεργασία σε τέτοιες πρωτοβουλίες ιδιαίτερα χρήσιμη, αν και είναι ασαφές το ποιός πρέπει να ξεκινήσει τέτοια προγράμματα. Προς το παρόν, η μεγάλη πλειοψηφία πρωτοβουλιών σχετικά με τη διακίνηση πληροφοριών πραγματοποιούνται από κρατικές ή βιομηχανικές ομάδες αντιμετώπισης έκτακτης ανάγκης (CERT).

Από τα ανωτέρω αναγνωρίστηκε ότι ο μεγάλος περιορισμός στην εφαρμογή μετρήσεων ανθεκτικότητας έχει τις ρίζες του στο γεγονός ότι υπάρχει ελάχιστη διακίνηση σχετικών πληροφοριών. Μερικές κατηγορίες ενδιαφερομένων οργανισμών και εταιριών έχουν ως εταιρική κουλτούρα και τάση να αποφεύγουν τη διαφάνεια και να προστατεύουν τις πληροφορίες που διαθέτουν, προστατεύοντας έτσι και την αυθεντία και τεχνογνωσία που διαθέτουν. Σε πολλές περιπτώσεις, αρνούνται να σχολιάσουν τεχνικές και πρακτικές ασφάλειας και ανθεκτικότητας, κάτι που φανερώνει και το Γράφημα 3.7.



Γράφημα 3.7 Συμμετοχή στην ανταλλαγή πληροφοριών

Ως τελευταίο βήμα της έρευνας ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να προσδιορίσουν τα προβλήματα αλλά και να προτείνουν λύσεις.

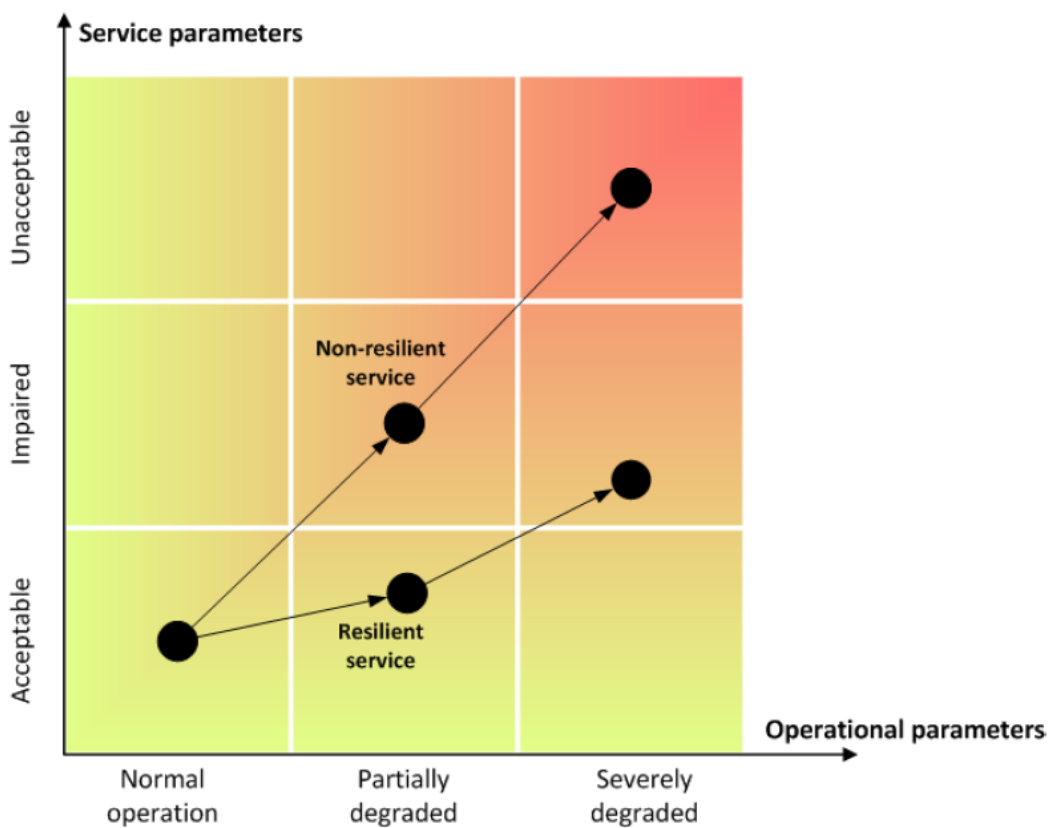
Συνοψίζοντας, λοιπόν, αυτό που εξέφρασε η πλειοψηφία των συμμετεχόντων ήταν ότι υπάρχουν πολλοί τεχνικοί περιορισμοί. Ενώ οι περισσότεροι όντως μετρούσαν την ανθεκτικότητα και την ασφάλεια των δικτύων και υπηρεσιών τους χρησιμοποιώντας ως κύρια ένδειξη τη διαθεσιμότητα του δικτύου, όλοι οι συμμετέχοντες στην έρευνα αναγνώρισαν ότι δεν υπάρχουν άμεσα εφαρμόσιμα εργαλεία ή λύσεις για τον προσδιορισμό της ανθεκτικότητας και της ασφάλειας. Παράλληλα, το κόστος της συγκέντρωσης δεδομένων είναι περιοριστικός παράγοντας, ενώ υπάρχουν και περιορισμοί και στην ανάλυση των δεδομένων. Επιπλέον, ο μη αναγνωρισμένος προσδιορισμός καλών πρακτικών αλλά και η έλλειψη τυποποιημένων μετρήσεων αποτελούν σημαντική τροχοπέδη στα πρώτα στάδια εφαρμογής. Τέλος, η ύπαρξη οργανωτικών εμποδίων ανάμεσα στα αρμόδια και υπεύθυνα στελέχη του κάθε οργανισμού παρεμποδίζει την αποτελεσματική επικοινωνία.

Ως βασική πρόταση που προέκυψε από την έρευνα αυτή ήταν να βασιστούν οι μετρήσεις ανθεκτικότητας και ασφάλειας σε υπάρχουσες επιχειρησιακές απαιτήσεις και να ξεκινήσουν από ένα μικρό σύνολο μετρήσεων που βαθμιαία θα επεκτείνεται. Κατά την αρχική φάση, πρέπει να προσδιοριστούν τιμές αναφοράς οι οποίες θα αντικατοπτρίζουν την καλή λειτουργία ενός δικτύου. Με τη χρήση αυτών των ονομαστικών τιμών, γίνεται εφικτός ο προσδιορισμός τιμών αναφοράς και κατωφλίων.

3.2.3 Τεχνική έκθεση ENISA

3.2.3.1 Εισαγωγή

Όπως αναφέρθηκε και ανωτέρω, από τη μελέτη που διεξήγαγε ο ENISA από τους συμμετέχοντες αναγνωρίστηκε η σημασία της ανθεκτικότητας δικτύου. Το επίπεδο της υπηρεσίας που προσφέρει το δίκτυο εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις λειτουργικές παραμέτρους που σχετίζονται με κάθε υπηρεσία. Πιο συγκεκριμένα, οι βλάβες και οι κίνδυνοι που αντιμετωπίζει ένα τηλεπικοινωνιακό δίκτυο έχουν άμεσο αντίτυπο στην υπηρεσία που λαμβάνει ο τελικός χρήστης. Ως εκ τούτου, άμεσος λόγος για τον οποίο επιδιώκεται ανθεκτικότητα στο δίκτυο είναι να ελαχιστοποιηθεί η επίδραση που έχει η χειροτέρευση των λειτουργικών παραμέτρων του δικτύου στην τελική υπηρεσία που λαμβάνει ο χρήστης.



Γράφημα 3.8 Σχέση Ανθεκτικής και μη Ανθεκτικής υπηρεσίας

Το γράφημα 3.8 αποτελεί την οπτική απεικόνιση της έννοιας της ανθεκτικότητας. Η ποιότητα της υπηρεσίας ενός ανθεκτικού δικτύου θα υποστεί μικρότερη υποβάθμιση από την ποιότητα υπηρεσίας ενός μη ανθεκτικού δικτύου, θεωρώντας ότι και τα δύο

δίκτυα αντιμετωπίζουν τις ίδιες συνθήκες υποβάθμισης των λειτουργικών τους παραμέτρων (δηλαδή των βλαβών και των κινδύνων που αντιμετωπίζουν). Ένα μη ανθεκτικό δίκτυο θα μεταβεί σε επίπεδο καταστρεπτικής υπηρεσίας (impaired service) έχοντας υποστεί πολύ λιγότερη χειροτέρευση από ένα ανθεκτικό. Εναλλακτικά, ένα ανθεκτικό δίκτυο συνεχίζει να προσφέρει αποδεκτή υπηρεσία (acceptable service level) και να ανέχεται μεγαλύτερη υποβάθμιση των λειτουργικών του παραμέτρων σε σχέση πάντα με ένα μη ανθεκτικό δίκτυο.

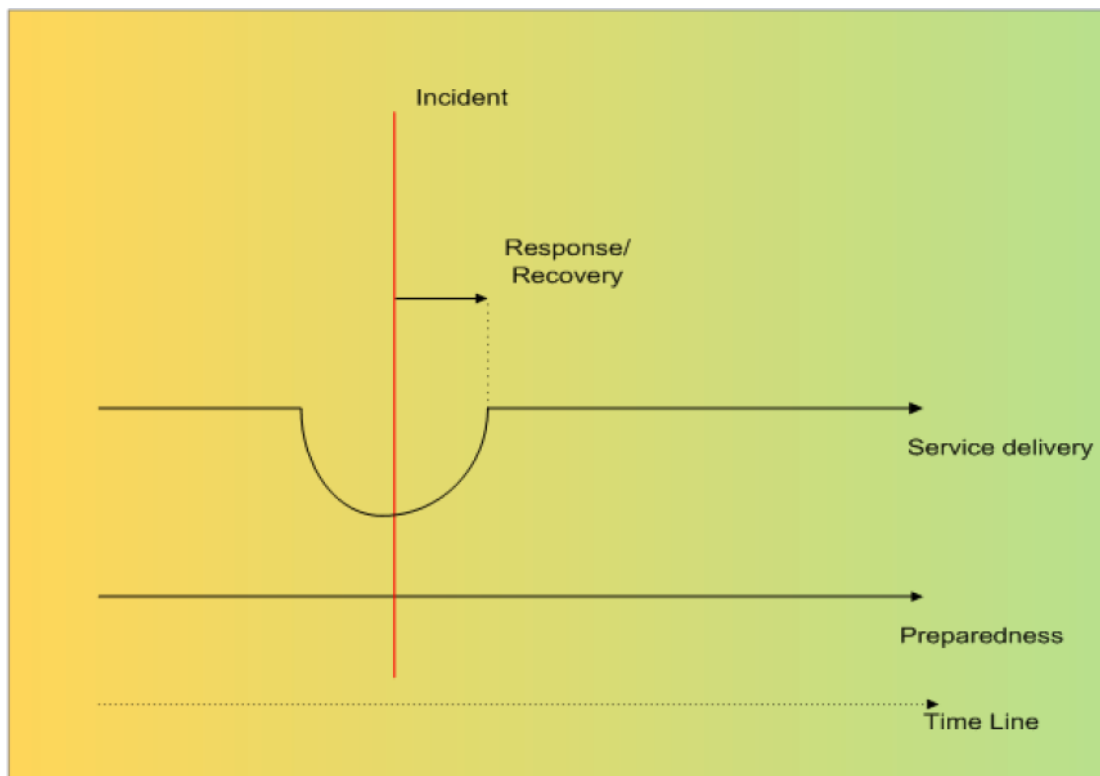
Σε ακόμα μια περίπτωση, αναγνωρίσθηκε από τον ENISA η ανάγκη για ύπαρξη τυποποιημένων μετρήσεων που θα παρέχουν στους ενδιαφερομένους μια αντιπροσωπευτική ένδειξη για την ανθεκτικότητα των δικτύων τους. Για το λόγο αυτό, ο ENISA προχώρησε στην έναρξη συζητήσεων για την έκδοση τεχνικής έκθεσης όπου προσδιορίζεται και παρουσιάζεται μια σειρά μετρήσεων. Η ανωτέρω έκθεση μπορεί να μην είναι εξαιρετικά αναλυτική, προτείνει όμως στους ενδιαφερομένους ένα αρχικό σύνολο μετρήσεων. Το συγκεκριμένο κεφάλαιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας βασίστηκε στο αναρτημένο στην επίσημη ιστοσελίδα του ENISA προσχέδιο της τεχνικής έκθεσης.

3.2.3.2 Η δισδιάστατη ταξινόμηση των μετρήσεων

Βασικό προκαταρκτικό βήμα από τον προσδιορισμό των μετρήσεων αυτών καθαυτών στο πλαίσιο της τεχνικής έκθεσης ήταν η ταξινόμηση των μετρήσεων. Στόχος της ταξινόμησης είναι να οργανωθούν οι διαφορετικές μετρήσεις σε ομάδες προκειμένου να δοθεί έμφαση στις κοινές ιδιότητες κάθε ομάδας. Με αυτό τον τρόπο, παρέχεται ένα κοινό υπόβαθρο με βάση το οποίο μελετώνται όλες οι μετρήσεις και διευκολύνεται η κατανόηση των ιδιοτήτων της ανθεκτικότητας. Στην τεχνική έκθεση παρουσιάζεται μια δισδιάστατη προσέγγιση όσον αφορά στην κατηγοριοποίηση των μετρήσεων ανθεκτικότητας.

Η μία διάσταση βασίζεται στην αρχή ότι οι μετρήσεις ανθεκτικότητας μπορούν να κατηγοριοποιηθούν με βάση το χρόνο που πραγματοποιείται ένα περιστατικό. Αυτή η διάσταση καλείται temporal event-based. Αυτή η κατηγοριοποίηση βασίζεται στην ιδέα της πρόβλεψης και της δυνατότητας να διατηρηθεί ένα αποδεκτό επίπεδο

υπηρεσίας. Το επίπεδο της υπηρεσίας μπορεί να επηρεαστεί από διάφορα γεγονότα που μπορεί να συμβούν στο δίκτυο, όπως π.χ. περιστατικά παραβίασης της ασφάλειας, βλάβες στο δίκτυο ή ανθρώπινο λάθος. Στη περίπτωση όπου δεν συμβεί τίποτα από τα προηγούμενα, η παροχή της υπηρεσίας παραμένει σταθερή. Κατ' αυτό τον τρόπο, οι μετρήσεις ανθεκτικότητας βασίζονται στο περιστατικό (event-based).



Σχήμα 3.9 Διαχωρισμός παρεχόμενης ποιότητας βασισμένος στο χρόνο και στο συμβάν (time- , event-based)

Όπως απεικονίζεται και στο Σχήμα 3.9, όταν συμβαίνει ένα περιστατικό, το δίκτυο χωρίζεται χρονικά σε τρεις φάσεις: ετοιμότητα (preparedness), παροχή υπηρεσίας (service delivery) και ανταπόκριση-ανάκαμψη (response-recovery).

Κατά τη διάρκεια της φάσης ετοιμότητας, η κατάσταση του συστήματος είναι σταθερή. Η ετοιμότητα περιλαμβάνει όλες τις ενέργειες και τα μέτρα που πρέπει να ληφθούν ώστε να αποφευχθεί η πραγματοποίηση ενός περιστατικού, ή να περιοριστούν στο ελάχιστο οι συνέπειες από το περιστατικό. Μετρήσεις σε αυτή τη διάσταση προσδιορίζουν το πόσο καλά είναι προετοιμασμένο το δίκτυο να ανταπεξέλθει σε οποιοδήποτε κίνδυνο. Μια υψηλή μέτρηση ετοιμότητας αντικατοπτρίζει μειωμένη πιθανότητα βλάβης σε ζωτική υποδομή για τη λειτουργία του δικτύου. Οι μετρήσεις

ετοιμότητας προσφέρουν μια ομπρέλα που καλύπτει από άκρο-σε-άκρο το σύστημα και λειτουργεί ακόμα και αν συμβαίνει κάποιο περιστατικό καθώς, στην πράξη, το επίπεδο ετοιμότητας δεν διαφοροποιείται ακόμα και αν συμβαίνει κάτι στο δίκτυο. Η φυσιολογική λειτουργία του συστήματος είναι ταυτόχρονη με την ετοιμότητα όπως άλλωστε φαίνεται και από το Σχήμα 3.9.

Το επίπεδο της παρεχόμενης υπηρεσίας είναι κατά κανόνα σταθερό και ελαττώνεται στο ελάχιστο όταν συμβαίνει ένα περιστατικό. Μετρήσεις σε αυτή τη διάσταση αποτιμούν το επίπεδο και τη συμπεριφορά της υπηρεσίας πριν, κατά τη διάρκεια και μετά το περιστατικό. Χαμηλή τιμή μιας τέτοιας μέτρησης υποδηλώνει ότι οι συνέπειες μιας βλάβης ή ενός κινδύνου στο δίκτυο είναι μειωμένες. Μετά το περιστατικό το σύστημα προσπαθεί να ανακάμψει στην πρότερη κατάστασή του. Σε αυτή την περίοδο, από την ανίχνευση του περιστατικού μέχρι το σύστημα να επανέλθει πλήρως στο προηγούμενο επίπεδο παρεχόμενης υπηρεσίας, εμφανίζεται και η φάση ανταπόκρισης/ ανάκαμψης. Απουσία κάποιου γεγονότος που έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση του επιπέδου της παρεχόμενης υπηρεσίας δεν ενεργοποιείται η φάση ανάκαμψης. Η ανάκαμψη περιλαμβάνει εκείνες τις μετρήσεις που ως σκοπό έχουν να εξαλείψουν τις επιπτώσεις του περιστατικού και να φέρουν το σύστημα στο αποδεκτό επίπεδο. Επιπλέον, τέτοιες μετρήσεις φανερώσουν πόσο ταχέως μπορεί να ανακάμψει το δίκτυο.

Η δεύτερη διάσταση της προτεινόμενης ταξινόμησης προκύπτει από το ότι η έννοια της ανθεκτικότητας βασίζεται σε διάφορα πεδία (domains). Οι μετρήσεις πεδίου (domain metrics) είναι μια ομάδα μετρήσεων που παρουσιάζουν διαφορετικές πτυχές της ίδιας ιδιότητας της ανθεκτικότητας. Για το λόγο αυτό η δεύτερη διάσταση καλείται domain based. Στο πλαίσιο της τεχνικής έκθεσης και της παρούσας διπλωματικής εργασίας διακρίνονται τρία πεδία, έκαστο των οποίων αντανακλά και μια διαφορετική ιδιότητα της ανθεκτικότητας. Αναλυτικότερα τα πεδία αυτά είναι:

- Dependability (αξιοπιστία), είναι η ικανότητα του συστήματος να διασφαλίζει ότι η υπηρεσία που προσφέρεται θεωρείται αξιόπιστη. Σε γενικές γραμμές, περιλαμβάνει μετρήσεις διαθεσιμότητας (availability-η ικανότητα να χρησιμοποιείται ένα σύστημα ή μια υπηρεσία), αξιοπιστίας (reliability-διαρκής

λειτουργία ενός συστήματος ή μιας υπηρεσίας) καθώς και ακεραιότητας (integrity), συντηρησιμότητας (maintainability), και ασφάλειας (safety).

- Security (ασφάλεια), είναι η ικανότητα του συστήματος να λαμβάνει μέτρα προστασίας του συστήματος από μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση σε αυτό. Οι ιδιότητες της ασφάλειας (security) περιλαμβάνουν τις έννοιες auditability (ελεγχιμότητα), authorisability (εξουσιοδοτιμότητας) authenticity (γνησιότητα), confidentiality (εμπιστευτικότητα), non—repudability. Η ιδιότητα security περιλαμβάνει και αυτή τις έννοιες availability και integrity.
- Performability (αποδοτικότητα), είναι η ικανότητα του συστήματος να ανταπεξέρχεται στις απαιτήσεις απόδοσης και ποιότητας υπηρεσίας για τις οποίες έχει προδιαγραφεί και περιγράφεται μέσω των δεικτών ποιότητας υπηρεσίας.

Σύμφωνα με τις δύο διαστάσεις ταξινόμησης παρουσιάστηκε το σύνολο μετρήσεων ανθεκτικότητας που συγκεντρώνει ο κατωτέρω πίνακας.

	Dependability	Security	Performability
Preparedness	<ul style="list-style-type: none"> • Mean time to Incident Discovery • Mean time to Patch • Patch management coverage • Vulnerability scanning coverage 	<ul style="list-style-type: none"> • Risk assessment coverage • Risk treatment plan coverage • Security testing coverage • Security audit deficiencies • Percent of ICT systems with BC plans 	<ul style="list-style-type: none"> • Tolerance
Service Delivery	<ul style="list-style-type: none"> • Operational mean time between failures • Operational availability • Operational reliability • Fault report rate 	<ul style="list-style-type: none"> • Incident rate • Illegitimate network traffic • Percent of systems without known severe vulnerabilities 	<ul style="list-style-type: none"> • Delay variation • Packet loss • Bandwidth utilization
Recovery	<ul style="list-style-type: none"> • Mean down time • Mean time to repair • Maintainability 	<ul style="list-style-type: none"> • Mean time to incident recovery 	

Πίνακας 3.10- Μετρήσεις ανθεκτικότητας σύμφωνα με τη διδιάστατη ταξινόμηση

3.2.3.3 Φάση ετοιμότητας (Preparedness phase)

Οι μετρήσεις που ανήκουν στη φάση ετοιμότητας αντανακλούν το πόσο καλά προετοιμασμένο είναι το σύστημα και οι υπηρεσίες να ανταποκριθούν σε πιθανές βλάβες και προκλήσεις. Η επιλογή των μετρήσεων έγινε με βάση την ικανότητά τους να εφαρμοστούν πρακτικά στο δίκτυο και το ότι από την εφαρμογή τους προκύπτουν ασφαλείς και ακριβείς μετρήσεις.

3.2.3.3.1 Μέσος χρόνος για την ανίχνευση ενός περιστατικού (Mean Time to incident discovery-MTTID)

Η μέτρηση MTTID χαρακτηρίζει την αποτελεσματικότητα των οργανισμών να εντοπίζουν γεγονότα. Μετρείται ο μέσος χρόνος που παρήλθε από τη στιγμή που έγινε το περιστατικό μέχρι τον εντοπισμό του περιστατικού. Όσο ταχύτερα εντοπίζεται ένα περιστατικό τόσο λιγότερες οι βλάβες που μπορεί αυτό να προκαλέσει. Χαμηλή τιμή MTTID είναι ενδεικτική οργανισμού που διαθέτει υψηλή επάρκεια στην άμεση παρακολούθηση και ανίχνευση γεγονότων, χαρακτηριστικό που θα βοηθήσει στη διατήρηση του επιθυμητού επιπέδου υπηρεσίας. Η τιμή MTTID προκύπτει σύμφωνα με τη σχέση και έχει μονάδα μέτρησης ώρες/περιστατικό.

$$MTTID = \frac{\sum_i (\text{Ακριβής χρόνος ανίχνευσης} - \text{Ακριβής χρόνος που έγινε ένα περιστατικό})}{\text{Πλήθος περιστατικών}} \quad (3.1)$$

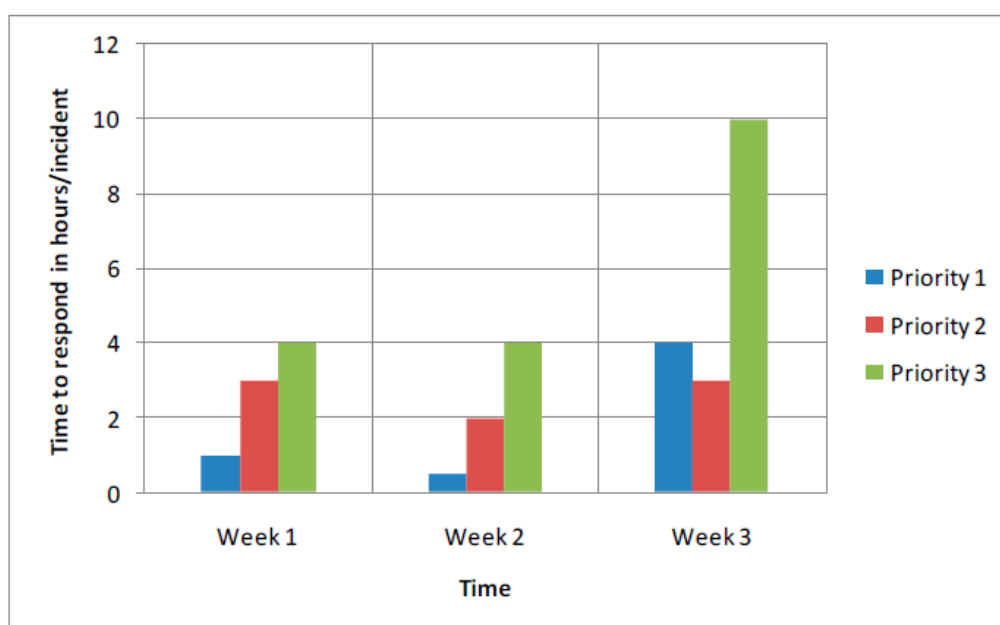
Με βάση τον οδηγό διαχείρισης συμβάντων του NIST (National Institute of Standards and Technology), έχει προκύψει η κάτωθι τμηματοποίηση της μέτρησης ανάλογα με την κατηγορία των συμβάντων:

- Άρνηση υπηρεσίας (Denial of Service), όταν μια επίθεση εμποδίζει ή χειροτερεύει τη χρήση ενός δικτύου, συστήματος ή εφαρμογής μέσω της εξάντλησης των πόρων του
- Κακόβουλος Κώδικας (Malicious Code), όταν ένας ιός (virus), σκουλήκι (worm), Δούρειος Ίππος (Trojan horse), ή άλλη κακόβουλη οντότητα βασισμένη σε κώδικα μολύνει επιτυχημένα το δίκτυο
- Μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση (Unauthorised Access), όταν κάποιος χρήστης λαμβάνει λογική ή φυσική πρόσβαση στο δίκτυο, το σύστημα, μια εφαρμογή ή κάποιον άλλο IT πόρο χωρίς να είναι επιτρεπτό.
- Ακατάλληλη χρήση (Inappropriate Usage), όταν ένας χρήστης παραβιάζει τη αποδεκτή χρήση ενός δικτύου
- Πολλαπλά εξαρτήματα (Multiple components), όταν ένα μοναδικό περιστατικό προκαλεί δύο ή περισσότερα περιστατικά.

Η χρήση κοινής κατηγοριοποίησης περιστατικών θα διευκολύνει την ακριβέστερη συλλογή και ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ οργανισμών.

Η τιμή της MTTID πρέπει να μειώνεται με την παρέλευση του χρόνου. Η τιμή '0 ώρες' φανερώνει την υποθετική, άμεση ανίχνευση των περιστατικών. Λόγω της έλλειψης πειραματικών δεδομένων δεν είναι ασφαλές να προσδιοριστεί το εύρος της επιθυμητής τιμής για την μέτρηση MTTID, ούτως ώστε να θεωρείται η ανίχνευση του περιστατικού έγκαιρη.

Παράδειγμα αναφοράς της μέτρησης MTTID απεικονίζεται στο Γράφημα 3.11. Η αναφορά του ρυθμού περιστατικών (incident rate) πρέπει να γίνεται ανά κατηγορία και η μέτρηση να πραγματοποιείται σε εβδομαδιαία, μηνιαία, τετραμηνιαία ή ετήσια βάση.



Γράφημα 3.11-Παράδειγμα αναφοράς MTTID

3.2.3.2.2 Μέσος χρόνος για εφαρμογή 'διόρθωσης' (Mean Time to Patch-MTTP)

Η μέτρηση MTTP χαρακτηρίζει την αποτελεσματικότητα της διαδικασίας εφαρμογής 'διόρθωσης' μετρώντας τον μέσο χρόνο από την μέρα έκδοσης της διόρθωσης μέχρι την μέρα εφαρμογής. Αναφέρεται σε 'διορθώσεις' που εφαρμόστηκαν κατά τη διάρκεια της περιόδου της μέτρησης. Η συγκεκριμένη μέτρηση αποτελεί δείκτη της ικανότητας ενός οργανισμού να αντιμετωπίζει τα τρωτά σημεία του αφού μετρείται ο χρόνος που χρειάζεται ένας οργανισμός για να αποκαταστήσει συστήματα που βρίσκονται σε τρωτή κατάσταση (vulnerability state) με την εφαρμογή 'διορθώσεων' ασφάλειας. Όσο ταχύτερα ο οργανισμός εφαρμόζει τις διορθώσεις τόσο μικρότερη η

τιμή του MTTP και τόσο λιγότερος ο χρόνος που ο οργανισμός λειτουργεί με τρωτά συστήματα. Η τιμή του MTTP προκύπτει σύμφωνα με τη σχέση:

$$MTTP = \frac{\sum (\text{Ακριβής χρόνος εγκατάστασης διόρθωσης} - \text{Ακριβής χρόνος διαθεσιμότητας διόρθωσης})}{\text{Πλήθος ολοκληρωμένων διορθώσεων}} \quad (3.2)$$

Μονάδα μέτρησης του δείκτη MTTP είναι ώρες/διόρθωση και η τιμή πρέπει να μειώνεται με το χρόνο. Η τιμή της MTTP είναι συνάρτηση της κρισιμότητας εφαρμογής του μπαλώματος. Λόγω της έλλειψης πειραματικών δεδομένων δεν είναι ασφαλές να προσδιοριστεί το εύρος επιθυμητών τιμών για μετρήσεις MTTP. Η τιμή της MTTP υπολογίζεται ανά εβδομάδα ή ανά μήνα. Για να υπάρχει καλύτερη εικόνα για την απόδοση των επιχειρησιακών λειτουργιών η τιμή την MTTP μπορεί να υπολογιστεί για διαφορετικές 'διορθώσεις' και τμήματα του οργανισμού.

3.2.3.2.3 Κάλυψη Διαχείρισης Διορθώσεων (Patch Management Coverage-PCM)

Η PCM μετράει το ποσοστό των συστημάτων ενός οργανισμού που είναι διαχειρίσιμα μέσω διαδικασίας διαχείρισης διορθώσεων (patch management process). Όσο υψηλότερο το ποσοστό των λειτουργιών που είναι διαχειρίσιμα μέσω αυτόματης διαδικασίας τόσο συντομότερα και αποτελεσματικότερα εφαρμόζονται οι διορθώσεις και μειώνεται η διάρκεια κατά την οποία μια λειτουργία είναι τρωτή. Η μέτρηση αποτελεί επίσης και ένδειξη της ευκολίας με την οποία μπορούν να εισαχθούν αλλαγές που σχετίζονται με την ασφάλεια ενός οργανισμού.

Η τιμή του PCM υπολογίζεται διαιρώντας το πλήθος των λειτουργιών που βρίσκονται σε διαδικασία αυτόματης διαχείρισης διορθώσεων με το συνολικό πλήθος των λειτουργιών ενός οργανισμού σύμφωνα και με τη σχέση:

$$PCM = \frac{\sum \text{Πλήθος λειτουργιών οργανισμού με διαδικασία διαχείρισης διορθώσεων}}{\text{Συνολικό πλήθος λειτουργιών}} * 100\% \quad (3.3)$$

Η τιμή της PCM πρέπει να αυξάνεται με το χρόνο. Δεδομένου ότι η χειροκίνητη διαχείριση λειτουργιών σε μεγάλη κλίμακα είναι πολύ δύσκολη, είναι προτιμότερο να υπόκεινται οι λειτουργίες σε αυτόματη διαδικασία διορθώσεων. Αν και η βέλτιστη τιμή της PCM είναι 100%, λόγω της ασυμφωνίας μεταξύ των λειτουργιών και των συστημάτων κάτι τέτοιο είναι απίθανο να επιτευχθεί. Υψηλές τιμές PCM καταδεικνύουν αποδοτικότερη χρήση πόρων για την ασφάλεια.

Λόγω της έλλειψης πειραματικών δεδομένων δεν είναι ασφαλές να προσδιοριστεί το εύρος επιθυμητών τιμών για μετρήσεις PCM. Η αναφορά στην PCM πρέπει να γίνεται ως ποσοστό σε χρονική βάση ώστε να παρουσιάζεται η εξέλιξη.

3.2.3.2.4 Κάλυψη ανίχνευσης τρωτών σημείων (Vulnerability Scanning Coverage-VSC)

Η VCS αναδεικνύει την έκταση εφαρμογής της διαδικασίας εντοπισμού τρωτών σημείων ενός οργανισμού. Μέσω της ανίχνευσης τρωτών σημείων ο οργανισμός έχει τη δυνατότητα να είναι ενήμερος για ενδεχόμενα τρωτά σημεία και να δράσει προς αντιμετώπιση των τρωτών σημείων πριν αυτά προκαλέσουν πρόβλημα. Η VSC μετρά το ποσοστό των συστημάτων ενός οργανισμού που ελέγχθηκαν για τρωτά σημεία κατά τη διαδικασία εντοπισμού τρωτών σημείων. Η VCS υπολογίζεται διαιρώντας το πλήθος των συστημάτων που ελέγχθηκαν με το συνολικό πλήθος συστημάτων ενός οργανισμού σύμφωνα με τη σχέση:

$$VSC = \frac{\text{Πλήθος συστημάτων που ελέγχθηκαν}}{\text{Συνολικό πλήθος συστημάτων}} * 100\% \quad (3.4)$$

Η τιμή της VSC πρέπει να αυξάνεται με τον χρόνο. Υψηλότερες τιμές είναι προφανώς προτιμότερες, αφού σημαίνουν ότι έχουν ελεγχθεί περισσότερα συστήματα. Η μέτρηση αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί από ένα οργανισμό για να αξιολογηθεί το πλήθος των άγνωστων τρωτών στοιχείων του συστήματος.

3.2.3.2.5 Ανοχή (Tolerance)

Η ανοχή μιας υπηρεσίας αφορά την ευκολία με την οποία μεταβάλλεται η ποιότητα της υπηρεσίας από φυσιολογική σε υποβαθμισμένη ή μη αποδεκτή

Μπορεί να μετρηθεί ως προς τρεις διαφορετικές κατηγορίες:

- Ανοχή βλαβών (fault tolerance) είναι η ικανότητα ενός συστήματος να είναι ανεκτικό σε βλάβες. Η ανοχή βλαβών συνήθως καλύπτει μεμονωμένες ή λίγες τυχαίες βλάβες. Ως εκ τούτου, αποτελεί ένδειξη της ανθεκτικότητας.
- Ανοχή κίνησης (traffic tolerance) είναι η ικανότητα ενός συστήματος να εξυπηρετεί απρόβλεπτο φορτίο χωρίς σημαντική μείωση της ποιότητας της

προσφερόμενης υπηρεσίας (συμπεριλαμβανόμενης της περίπτωσης κατάρρευσης του δικτύου λόγω συμφόρησης). Επιπλέον, αναφέρεται στην ικανότητα να απομονωθεί από τις επιδράσεις από διασταυρούμενη κίνηση (cross traffic), άλλες ροές και άλλους κόμβους. Η πρόσθεση κίνηση μπορεί να είναι είτε απρόβλεπτη αλλά νόμιμη όπως είναι το flash crowd είτε κακόβουλη όπως μια επίθεση DDoS (Distributed Denial-of-Service).

- Ανοχή διαταραχής (Disruption tolerance) είναι η ικανότητα του συστήματος να αντέχει σε διαταραχές στη συνδεσιμότητα μεταξύ των στοιχείων του. Η ανοχή διαταραχής σχετίζεται με ένα πλήθος από περιβαλλοντικές προκλήσεις, όπως δυσμενείς δίαυλος επικοινωνίας μεταξύ των κόμβων, κινητικότητα, ανοχή στη καθυστέρηση και ανοχή σε περιορισμούς ενέργειας.

Η ανοχή εκφράζει το κατά πόσο μπορεί ένα σύστημα ή μια υπηρεσία να συνεχίζει να λειτουργεί όταν αντιμετωπίζει βλάβες και κινδύνους. Όταν το επίπεδο ανοχής υπερβαίνεται, το σύστημα παύει να λειτουργεί στα αποδεκτά επίπεδα. Η ανοχή εκφράζει την ικανότητα ενός συστήματος να αντέχει αυτούς τους κινδύνους και ταυτόχρονα να παραμένει σε αποδεκτό επίπεδο.

Ανάλογα με την κατηγορία (ανοχή βλαβών, κίνησης ή διαταραχής), η ανοχή ενισχύεται όπως παρουσιάζεται κατωτέρω:

- Η Ανοχή βλαβών ενισχύεται μέσω:
 - Εφεδρεία (redundancy): υπάρχουν πολλαπλά συστήματα που μπορούν να αναλάβουν δράση όταν κάποιο άλλο καταρρεύσει.
 - Αντιγραφή (replication): πολλαπλά συστήματα επικοινωνούν συνεχώς μεταξύ τους για να διασφαλίσουν ότι μοιράζονται την ίδια κατάσταση και τις ίδιες πληροφορίες.
 - Ποικιλίας (diversity): ένα σύστημα μπορεί να έχει πολλαπλές μονάδες που παρέχουν την ίδια λειτουργία. Όταν κάποια από τις μονάδες αποτύχει στην λειτουργία της, μια άλλη μονάδα μπορεί να αναλάβει την λειτουργία.

Ένα παράδειγμα μέτρησης ανοχής σε βλάβη για ένα οργανισμό αποτελεί η σχέση των λειτουργιών/συστημάτων του οργανισμού που έχουν

εφεδρικό (δηλαδή για κάθε σύστημα/λειτουργία να υπάρχει τουλάχιστον ένα αντίστοιχο που μπορεί να το αντικαταστήσει σε περίπτωση βλάβης) σε σχέση με το συνολικό πλήθος των συστημάτων/λειτουργιών του οργανισμού σύμφωνα και με τη σχέση:

$$\text{Ανοχή βλάβης} = \frac{\text{Πλήθος συστημάτων για τα οποία υπάρχει εφεδρικό}}{\text{Συνολικό πλήθος συστημάτων}} * 100\% \quad (3.5)$$

Η μονάδα μέτρησης του δείκτη είναι ποσοστό και εκφράζει τη συνολική ανθεκτικότητα του ως το πλήθος των συστημάτων που και να αποτύχουν δεν επηρεάζεται συνολικά η λειτουργία του οργανισμού.

- Ανοχή κίνησης, δηλαδή η ικανότητα ενός συστήματος να αντέχει απρόβλεπτη κίνηση φορτίου χωρίς σημαντική μείωση της απόδοσης του. Η εκτίμηση της ανοχής κίνησης μπορεί να γίνει υπολογίζοντας την αύξηση φορτίου ενός συστήματος σε σχέση με μια παράμετρο που υπολογίζει την ποιότητα της υπηρεσίας.

Ένας πιθανός δείκτης είναι η αύξηση της κίνησης σε σχέση με την αύξηση της καθυστέρησης που προκαλείται στο δίκτυο σύμφωνα με τη σχέση:

$$\text{Ανοχή Κίνησης} = \frac{\text{Αύξηση της κίνησης}}{\text{Αύξηση της καθυστέρησης}} \text{ bits/s} \quad (3.6)$$

- Παράδειγμα ανοχής διαταραχής αποτελεί το πλήθος των συστημάτων ενός οργανισμού που προστατεύονται έναντι διακοπής ρεύματος (ενδεχομένως με ύπαρξη εφεδρικής μπαταρίας) σε σχέση με το συνολικό πλήθος των συστημάτων του οργανισμού.

Η συχνότητα των μετρήσεων ανοχής δεν είναι καθορισμένη αλλά εξαρτάται από τη φύση της μέτρησης. Ενδεικτικά, η μέτρηση κίνησης φορτίων γίνεται σε πραγματικό χρόνο. Άλλες μετρήσεις είναι περισσότερο στατικές και απαιτούν ενημέρωση μόνο όταν υπάρχουν σημαντικές αλλαγές στις λειτουργίες του οργανισμού, όπως το πλήθος των συστημάτων που προστατεύονται έναντι διακοπής ρεύματος.

Η ανοχή των οργανισμών και των λειτουργιών πρέπει να είναι όσο το δυνατό μεγαλύτερη και εξαρτάται από την κρισιμότητα της υπηρεσίας την οποία ο οργανισμός ή η λειτουργία προσφέρει. Ενδεικτικά, η ανοχή διαταραχών όλου του δικτύου PSTN

(Public Switched Telephone Network) πρέπει να είναι υψηλότερη από αυτή μίας μεμονωμένης τηλεφωνικής συσκευής.

3.2.3.2.6 Κάλυψη εκτίμησης κινδύνου (Risk assessment coverage- RAC)

Ο δείκτης RAC εκφράζει το ποσοστό των συστημάτων ενός οργανισμού που υπόκεινται σε εκτίμηση για το αν κινδυνεύουν σε σχέση με το συνολικό πλήθος των συστημάτων του οργανισμού σύμφωνα με τη σχέση:

$$RAC = \frac{\text{Συστήματα που υπόκεινται σε αξιολόγηση κινδύνου}}{\text{Συνολικό πλήθος συστημάτων}} * 100\% \quad (3.7)$$

Η τιμή του RAC οφείλει να αυξάνεται με τον χρόνο. Υψηλές τιμές του δείκτη υποδεικνύουν ότι περισσότερα συστήματα έχουν εξεταστεί έναντι κινδύνων. Το πλήθος των συστημάτων που δεν έχουν υποστεί εκτίμηση κινδύνου επιτρέπει σε ένα οργανισμό να αξιολογήσει το επίπεδο έκθεσης των συστημάτων του σε κινδύνους .

3.2.3.2.7 Κάλυψη σχεδίου αντιμετώπισης κινδύνου (Risk treatment plan coverage- RTPC)

Ο δείκτης RTPC εκφράζει το ποσοστό των συστημάτων για τα οποία υπάρχει καταγεγραμμένο σχέδιο αντιμετώπισης κινδύνου σε σχέση με τα συστήματα που έχουν αξιολογηθεί από άποψη κινδύνου προκύπτει από το δείκτη RAC.

Εκφράζεται μέσω της σχέσης:

$$RTPC = \frac{\text{Συστήματα με καταγεγραμμένα σχέδια αντιμετώπισης κινδύνου}}{\text{Συστήματα που υπόκεινται σε αξιολόγηση κινδύνου}} * 100\% \quad (3.8)$$

Η τιμή του RTPC πρέπει να αυξάνεται με το χρόνο και ιδανικά να πλησιάζει το 100%. Το πλήθος των συστημάτων για τα οποία δεν υπάρχει σχέδιο αντιμετώπισης κινδύνου επιτρέπει σε ένα οργανισμό να αξιολογήσει το επίπεδο έκθεσης των συστημάτων του σε κινδύνους.

3.2.3.2.8 Κάλυψη ελέγχων ασφάλειας (Security testing coverage- STC)

Ο δείκτης STC εκφράζει το ποσοστό των συστημάτων ενός οργανισμού που υπόκεινται σε έλεγχο ασφάλειας. Ο δείκτης συνήθως υπολογίζεται πριν τη λειτουργία ενός συστήματος. Διάφορες μελέτες έχουν δείξει ότι υπάρχουν διαφορές ανάμεσα στις

αδυναμίες που μπορούν να ανιχνευτούν σε ένα σύστημα. Για το λόγο αυτό, ο δείκτης STC πρέπει να μετρείται και να αξιολογείται διαφορετικά από το RAC.

Ο δείκτης STC υπολογίζεται σύμφωνα με τη σχέση:

$$STC = \frac{\text{Συστήματα που υπόκεινται σε έλεγχο ασφαλείας}}{\text{Συνολικό πλήθος συστημάτων}} * 100\% \quad (3.9)$$

Η τιμή του STC πρέπει να αυξάνεται με το χρόνο. Όσο υψηλότερη η τιμή της μέτρησης και μεγαλύτερο το εύρος συστημάτων που ελέγχονται και τόσο περισσότερα τρωτά σημεία ανιχνεύονται στα συστήματα του οργανισμού. Τιμή του δείκτη 100% σημαίνει ότι όλα τα συστήματα του οργανισμού ελέγχονται πριν τη λειτουργία τους. Επιπλέον, η εξακρίβωση των συστημάτων ενός οργανισμού που δεν υπόκεινται σε έλεγχο ασφαλείας επιτρέπει στον οργανισμό να αξιολογήσει της λειτουργίας τους.

3.2.3.2.9 Ανεπάρκειες ελέγχου ασφαλείας (Security audit deficiencies- SAD)

Ο δείκτης SAD υπολογίζει το πλήθος των ανεπαρκειών που βρέθηκαν σε ελέγχους ασφαλείας σε χρονική διάρκεια 12 μηνών. Καταδεικνύει κατά πόσο το επίπεδο ασφαλείας των συστημάτων του οργανισμού διατηρείται, όταν συστήματα προστίθενται και αφαιρούνται στον οργανισμό. Προκειμένου η μέτρηση να ανταποκρίνεται στην πραγματικότητα, οι έλεγχοι ασφαλείας πρέπει να πραγματοποιούνται με βάση αναγνωρισμένα πρότυπα και διαδικασίας ασφαλείας.

Ο δείκτης SAD εκφράζεται ως ποσοστό, υπολογίζοντας το μέσο όρο των ανεπαρκειών ασφαλείας που ανιχνεύτηκαν στα συστήματα/λειτουργίες του οργανισμού σε χρονική περίοδο 12 μηνών προς το σύνολο των ελέγχων που πραγματοποιήθηκαν κατά την ίδια χρονική περίοδο:

$$SAD = \frac{\text{Σ}_i \text{ Πλήθος ανεπαρκειών ασφαλείας που ανιχνεύτηκαν από τους ελέγχους}_i}{\text{Συνολικό πλήθος ελέγχων που πραγματοποιήθηκαν σε 12 μήνες}} * 100\% \quad (3.10)$$

Ο ανωτέρω δείκτης δεν συνυπολογίζει ανεπάρκειες που ανιχνεύτηκαν πριν 12 μήνες αλλά δεν έχουν επιλυθεί ακόμα. Η τιμή του δείκτη SAD πρέπει να μειώνεται με την παρέλευση του χρόνου. Μικρότερες τιμές SAD, διατηρώντας σταθερό το εύρος των συστημάτων που ελέγχονται, σημαίνει ότι ανιχνεύονται λιγότερες ανεπάρκειες στα συστήματα του οργανισμού. Ο δείκτης SAD μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να

αξιολογηθεί ο βαθμός στον οποίο τα συστήματα του οργανισμού εμφανίζουν ανεπάρκειες που ανιχνεύονται μέσω ελέγχων ασφάλειας.

3.2.3.2.10 Ποσοστό συστημάτων με σχέδιο επιχειρησιακής συνέχειας (Percentage of the systems with business continuity plans- PSBCP)

Ο δείκτης PSBCP αξιολογεί το πλήθος των συστημάτων ενός οργανισμού για τα οποία έχουν α) καταγραφεί και β) ελεγχθεί με κατάλληλους ελέγχους, σχέδια επιχειρησιακής συνέχειας για το χρονικό διάστημα των προηγούμενων 12 μηνών. Για τα συστήματα για τα οποία έχουν καταγραφεί κατάλληλα σχέδια επιχειρησιακής συνέχειας, ο δείκτης επαληθεύει, επίσης, αν έχουν ελεγχθεί τους τελευταίους 12 μήνες για να εξασφαλιστεί ότι το σχέδιο έχει επιβεβαιωθεί από την πρόσφατη λειτουργία του συστήματος. Αν το σχέδιο δεν έχει ελεγχθεί, υπάρχει σημαντικός κίνδυνος για ασυνέπειες ή παραλείψεις.

Δεδομένου ότι η μέτρηση περιλαμβάνει τόσο τη διατύπωση νέων σχεδίων επιχειρησιακής συνέχειας όσο και τη δοκιμή των υφισταμένων, το ποσοστό των συστημάτων ενός οργανισμού για τα οποία είναι διαθέσιμα σχέδια επιχειρησιακής συνέχειας μπορεί να μεταβάλλεται με το χρόνο.

Οι οργανισμοί μπορούν να χρησιμοποιήσουν τη αυτήν μέτρηση για να αξιολογήσουν το σχετικό επίπεδο κινδύνου τους, όταν απειλείται η επιχειρησιακή συνέχεια τους.

Ο δείκτης PSBCP υπολογίζεται ως ποσοστό του συνολικού πλήθους των συστημάτων ενός οργανισμού για τα οποία υπάρχει καταγεγραμμένο και ελεγμένο σχέδιο επιχειρησιακής συνέχειας σε σχέση με το συνολικό πλήθος συστημάτων ενός οργανισμού.

$$PSBCP = \frac{\text{Πλήθος συστημάτων του οργανισμού με ελεγμένο σχέδιο επιχειρησιακής συνέχειας}}{\text{συνολικό πλήθος συστημάτων οργανισμού}} * 100\% \quad (3.11)$$

Η τιμή του PSBCP πρέπει να αυξάνεται με τον χρόνο με ιδανική τιμή 100%. Είναι προφανές ότι αν δεν γίνονται ενέργειες για έκδοση σχεδίου επιχειρησιακής συνέχειας, η τιμή της μέτρησης θα μειώνεται συνεχώς. Υψηλότερες τιμές του δείκτη αντανακλούν την καλύτερη προετοιμασία του οργανισμού να ανταπεξέλθει σε ενδεχόμενους κινδύνους.

3.2.3.4 Φάση παροχής υπηρεσίας (Service delivery phase)

Σε αυτήν την ενότητα περιγράφεται ένα σύνολο μετρήσεων που ανήκουν στη φάση παροχής υπηρεσίας. Μετρήσεις και δείκτες σε αυτή τη διάσταση καθορίζουν και μετρούν τη διαφορά στο επίπεδο της υπηρεσίας πριν, κατά τη διάρκεια και μετά το πέρας μιας βλάβης ή ενός περιστατικού που επηρεάζει τη φυσιολογική απόδοση της υπηρεσίας.

3.2.3.4.1 Μέσος Χρόνος Λειτουργίας μεταξύ Αστοχιών (Operational mean time between failures-OMTBF)

Ο OMTBF αποτελεί βασικό δείκτη της αξιοπιστίας συστημάτων που είναι ανθεκτικά σε σφάλματα (fault tolerant systems). Η ικανότητα ενός συστήματος να ανακάμπτει από αστοχίες θεωρείται προαπαιτούμενη για την εφαρμογή του συγκεκριμένου δείκτη.

Ο δείκτης OMTBF εκφράζει τον αναμενόμενο χρόνο μεταξύ διαφορετικών αστοχιών ενός συστήματος που βρίσκεται σε λειτουργία. Ως αστοχία ορίζεται η μετάβαση μιας υπηρεσίας από το επίπεδο κανονικής υπηρεσίας σε επίπεδο μη αποδεκτής υπηρεσίας. Υπολογίζεται ως ο λόγος του αθροίσματος περιόδων λειτουργίας με το πλήθος των παρατηρούμενων αστοχιών σύμφωνα με τη σχέση .

$$OMTBF = \frac{\sum_i \text{Αθροιστική περίοδος λειτουργίας}_i}{\text{Πλήθος αστοχιών}} \quad (3.12)$$

Ως περίοδος λειτουργίας ορίζεται ο χρόνος που μεσολαβεί από τη στιγμή όπου μια υπηρεσία εκκινεί σε κανονικό επίπεδο υπηρεσίας μέχρι τη στιγμή όπου η υπηρεσία αρχίζει να αποτυγχάνει. Η διάρκεια μιας αστοχίας δεν έχει καμία επίδραση στην τιμή του δείκτη αφού αυτό που επηρεάζει το δείκτη είναι το πλήθος των αστοχιών και όχι η διάρκεια τους. Ο δείκτης μετρείται σε ώρες και έχει έννοια μέσης τιμής. Η τιμή του δείκτη πρέπει να αυξάνεται ανάλογα με την κρισιμότητα της εκάστοτε υπηρεσίας. Ενδεικτικά, η τιμή του δείκτη πρέπει να είναι μεγαλύτερη για υπηρεσίες διαδικτύου που απευθύνονται σε μεγάλες εταιρίες συγκριτικά με υπηρεσίες διαδικτύου που απευθύνονται σε οικιακούς χρήστες.

3.2.3.4.2 Διαθεσιμότητα λειτουργίας (Operational availability)

Ο δείκτης ΟΑ ορίζεται ως το ποσοστό χρόνου όπου μια υπηρεσία είναι διαθέσιμη στον τελικό χρήστη. Διαθέσιμη υπηρεσία είναι η υπηρεσία η οποία λειτουργεί σε κανονικό επίπεδο. Ο δείκτης μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε για τη μέτρηση της διαθεσιμότητας μεμονωμένων συσκευών είτε για ένα σύνολο συσκευών. Στόχος της ανωτέρω μέτρησης είναι να αποτιμήσει την υπάρχουσα διαθεσιμότητα, δηλαδή την πιθανότητα ένα σύστημα να μην έχει αποτύχει ή να υπόκειται σε επισκευή όταν ζητηθεί.

Ο δείκτης ΟΑ υπολογίζεται ως το μέσο ποσοστό του χρόνου κατά τον οποίο μια υπηρεσία λειτουργεί σε κανονικό επίπεδο σε σχέση με το συνολικό χρόνο λειτουργίας της υπηρεσίας. Για τον υπολογισμό του δείκτη απαιτείται ο ορισμός δύο ενδιάμεσων μεγεθών:

- Μέσος χρόνος μεταξύ ενεργειών συντήρησης είτε πρόκειται για διορθωτικές ενέργειες είτε για προληπτικές ενέργειες συντήρησης (Mean time between Maintenance Actions-MTBMA).
- Mean Down Time (MDT): ο μέσος χρόνος κατά τον οποίο ένα σύστημα δεν λειτουργεί.

Σύμφωνα με τα ανωτέρω, ο δείκτης ΟΑ υπολογίζεται από τη σχέση:

$$\text{Operational availability} = \frac{MTBMA}{MTBMA + MDT} * 100\% \quad (3.13)$$

Ο ανωτέρω δείκτης υπολογίζεται με βάση προκαθορισμένες χρονικές περιόδους. Ενδεικτικά, 99.9% διαθεσιμότητα λειτουργίας μετρούμενη σε ετήσια βάση σημαίνει ότι η υπηρεσία δεν είναι διαθέσιμη για αθροιστικά 8.76 ώρες το χρόνο ενώ η αντίστοιχη τιμή για χρονική περίοδο ενός μήνα αντιστοιχεί σε 0.744 ώρες αθροιστικής έλλειψης διαθεσιμότητας υπηρεσίας.

3.2.3.4.3 Αξιοπιστία λειτουργίας (Operational reliability)

Η αξιοπιστία λειτουργίας ενός συστήματος ή μιας υπηρεσίας εκφράζει την ικανότητα του συστήματος/υπηρεσίας να εκτελεί τις απαιτούμενες λειτουργίες υπό συγκεκριμένες συνθήκες (π.χ. να λειτουργεί σε επίπεδο κανονικής υπηρεσίας) για συγκεκριμένη χρονική περίοδο t , η οποία αναφέρεται και ως 'περίοδος στόχος-

mission time'. Η περίοδος στόχος είναι ο χρόνος που μεσολαβεί μεταξύ της στιγμής όπου η υπηρεσία αρχίζει να λειτουργεί σε κανονικά επίπεδα υπηρεσίας και του χρόνου όπου αρχίζει να λειτουργεί κάτω από τα αποδεκτά επίπεδα που έχουν οριστεί.

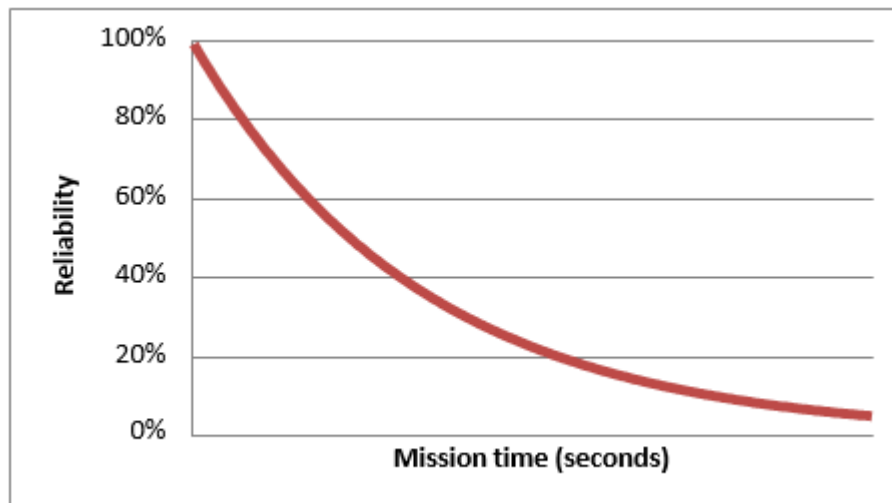
Η αναμενόμενη αξιοπιστία $R(t)$ περιγράφεται μαθηματικά μέσω της εκθετικής κατανομής,

$$R(t) = e^{-\frac{t}{OMTBF}} \quad (3.14)$$

που περιγράφει τυχαίες αστοχίες σύμφωνα με την σχέση. Η $R(t)$ αποδίδει την πιθανότητα το σύστημα/υπηρεσία να λειτουργεί για προκαθορισμένη περίοδο στόχο.

Η επιθυμητή τιμή για το $R(t)$ εξαρτάται σημαντικά από την κρισιμότητα της υπηρεσίας στην οποία απευθύνεται και την τοπολογία του συστήματος. Τιμή μικρότερη από $1/e=0.3678$ σημαίνει ότι το δίκτυο ή η υπηρεσία λειτουργεί κανονικά για χρόνο μεγαλύτερο από το μέσο χρόνο μεταξύ αστοχιών. Δηλαδή κατά μέσο όρο η υπηρεσία είναι πιθανό να αντιμετωπίσει αστοχία.

Το Γράφημα 3.12 απεικονίζει μια ενδεικτική καμπύλη αναμενόμενης αξιοπιστίας.



Γράφημα 3.12-Καμπύλη αξιοπιστίας λειτουργίας

3.2.3.4.4 Αναφορά ρυθμού βλαβών (Fault report rate-FTR)

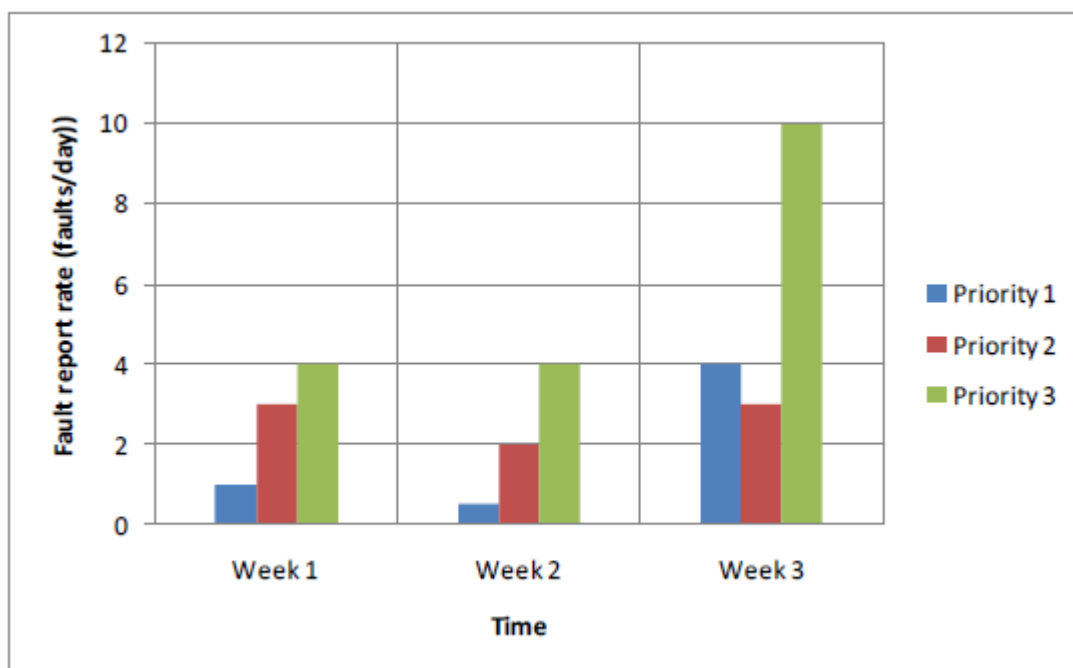
Η δείκτης FTR μετρά το πλήθος των βλαβών που συμβαίνουν σε συγκεκριμένη χρονική περίοδο. Σε συνδυασμό με άλλες μετρήσεις όπως η διαθεσιμότητα λειτουργίας,

καταδεικνύουν το βαθμό στον οποίο ένα σύστημα έχει τη δυνατότητα να αντιμετωπίσει βλάβες και να διατηρήσει το επίπεδο κανονικής υπηρεσίας.

Επιπλέον, ο δείκτης FTR μπορεί να υπολογιστεί ανά κατηγορία βλαβών ή ανά τμήμα μιας επιχείρησης. Εκφράζεται σε βλάβες/ χρονική περίοδο και υπολογίζεται σύμφωνα με την σχέση:

$$FTR = \frac{\text{πλήθος βλαβών ανά κατηγορία σε χρόνο } \Delta t}{\text{χρονική περίοδος } \Delta t} \quad (3.15)$$

Η αποτύπωση του δείκτη FTR πρέπει να γίνεται ανά κατηγορία και σε χρονική βάση. Ενδεικτικά, οι βλάβες θα μπορούσαν να κατηγοριοποιηθούν σύμφωνα με την σπουδαιότητά τους. Είναι δύσκολο να οριστούν επιθυμητές τιμές για το δείκτη καθώς καθοριστικό για την τιμή του δείκτη είναι η κατηγοριοποίηση των βλαβών. Ένα ενδεικτικό γράφημα αποτύπωσης του δείκτη FTP με κατηγοριοποίηση σύμφωνα με την προτεραιότητα αντιμετώπισης των βλαβών απεικονίζεται στο Γράφημα 3.13



Γράφημα 3.13-Παράδειγμα αποτύπωσης δείκτη FTP

3.2.3.4.5 Ρυθμός περιστατικών (incident rate-IR)

Ο δείκτης IR μετρά το πλήθος των περιστατικών που σχετίζονται με την ασφάλεια (security incidents) και συμβαίνουν σε συγκεκριμένη χρονική περίοδο και για

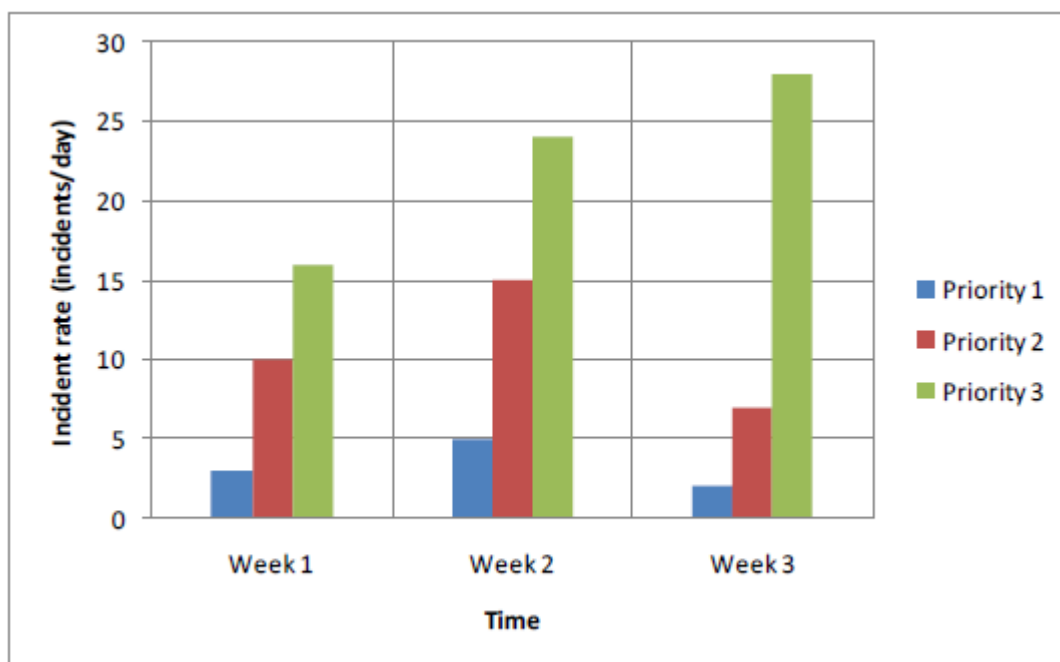
επιλεγμένες κατηγορίες συμβάντων. Ο δείκτης IR μπορεί να αποτελέσει δείκτη της αποτελεσματικότητας των μηχανισμών ασφάλειας και των δυνατοτήτων ανίχνευσης επικίνδυνων περιστατικών ενός οργανισμού.

Ο υπολογισμός του δείκτη IR είναι αντίστοιχος με αυτόν του FTR και εκφράζει τα περιστατικά/χρονική περίοδο.

$$IR = \frac{\text{πλήθος περιστατικών ανά κατηγορία σε χρόνο } \Delta t}{\text{χρονική περίοδος } \Delta t} \quad (3.16)$$

Η τιμή του δείκτη IR πρέπει να μειώνεται με την πάροδο του χρόνου. Η τιμή 0 αντιστοιχεί σε τέλεια ασφάλεια και ιδανική ανίχνευση επικίνδυνων περιστατικών κάτι το οποίο μόνο θεωρητικά μπορεί να επιτευχθεί.

Η αποτύπωση του δείκτη IR πρέπει να γίνεται ανά κατηγορία και σε χρονική βάση σύμφωνα με το Γράφημα 3.14.



Γράφημα 3.14 - Παράδειγμα αποτύπωσης δείκτη IR

3.2.3.4.6 Μετρήσεις κατά τη φάση παροχής υπηρεσίας για ICT συστήματα

Ειδικά για τα ICT συστήματα (information and communication technology systems) ορίζονται οι ακόλουθοι δείκτες:

3.2.3.4.6.1 Παράνομη κίνηση δεδομένων (Illegitimate traffic)

Η ανωτέρω μέτρηση αποτελεί δείκτη της σχέσης της κακόβουλης και ανεπιθύμητης κίνησης δεδομένων ως προς τη συνολική κίνηση δεδομένων στο δίκτυο. Μεγάλη τιμή του δείκτη αντανακλά αυξημένη παρουσία κακόβουλων οντοτήτων ή αυξημένο πλήθος συστημάτων του δικτύου που έχουν μολυνθεί. Η μέτρηση υποδεικνύει κατά πόσο το δίκτυο μπορεί να αντισταθεί σε μη εξουσιοδοτημένη κίνηση δεδομένων.

Ανάλογα με τη κατηγορία της παράνομης κίνησης υπάρχουν και οι αντίστοιχες μετρήσεις:

- Ανεπιθύμητη κίνηση (spam traffic) εκφράζεται ως το ποσοστό της ανεπιθύμητης ηλεκτρονικής αλληλογραφίας ως προς τη συνολική λαμβανόμενη ηλεκτρονική αλληλογραφία σε συγκεκριμένη χρονική περίοδο.

$$\text{Spam traffic} = \frac{\text{Πλήθος spam ηλεκτρονικού ταχυδρομείου}}{\text{Πλήθος συνολικά λαμβανόμενου ηλεκτρονικού ταχυδρομείου}} \quad (3.17)$$

- Παρατηρούμενη κακόβουλη και μη εξουσιοδοτημένη κίνηση (malicious and unauthorized traffic): Χρησιμοποιώντας συστήματα ανίχνευσης ανωμαλιών του συστήματος, οι κακόβουλες οντότητες του δικτύου μπορούν να απομονωθούν και η πηγή της αντίστοιχης κακόβουλης κίνησης να αποκλειστεί. Η μέτρηση μπορεί να γίνει υπολογίζοντας τη σχέση της κακόβουλης κίνησης ως προς τη συνολική κίνηση στο δίκτυο (ή σε συγκεκριμένες λειτουργικές μονάδες του δικτύου). Μία άλλη μέτρηση της κακόβουλης κίνησης είναι να υπολογιστεί η σχέση των κακόβουλων χρηστών (host) του δικτύου ως προς τους συνολικούς χρήστες που επισκέπτονται το δίκτυο.

$$\text{Malicious traffic} = \frac{\text{Πλήθος κακόβουλης κίνησης ή επισκεπτών}}{\text{συνολικό πλήθος κίνησης ή επισκεπτών στο δίκτυο}} \quad (3.18)$$

3.2.3.4.6.2 Ποσοστό συστημάτων χωρίς γνωστά σοβαρά τρωτά σημεία (percent of systems without known severe vulnerabilities-PSWKSV)

Ο δείκτης PSWKSV υπολογίζει το βαθμό έκθεσης ενός οργανισμού σε σοβαρά τρωτά σημεία. Είναι το ποσοστό συστημάτων ως προς τα συνολικά συστήματα που όταν ελέγχθηκαν δεν παρουσίασαν γνωστά πολύ σοβαρά τρωτά σημεία (high severity

vulnerabilities). Πολύ σοβαρό (high severity) θεωρείται ένα τρωτό σημείο το οποίο στη βάση CVSS (Common Vulnerability Scoring System) έχει τιμή 7.0-10.0.

Η διαχείριση της ευπάθειας αφορά τόσο τον εντοπισμό των νέων σοβαρών τρωτών σημείων όσο και την αποκατάσταση των γνωστών σοβαρών τρωτών σημείων. Επομένως, η τιμή του δείκτη PSWKSV μεταβάλλεται με την πάροδο του χρόνου. Οι οργανισμοί μπορούν να χρησιμοποιήσουν τη μέτρηση αυτήν για να αξιολογήσουν το επίπεδο έκθεσής τους. Ο δείκτης PSWKSV χρησιμεύει ως ένδειξη των αναμενόμενων επιπέδων ασφάλειας του οργανισμού έναντι κινδύνων ασφαλείας.

Αυτό το κατώτατο όριο σοβαρότητας είναι σημαντικό να υπάρχει (7.00 με βάση το CVSS), καθώς αναδεικνύει τα πολύ σοβαρά τρωτά σημεία του οργανισμού. Υπάρχουν πολλά τρωτά σημεία που μπορούν να ανιχνευτούν, που δεν είναι απαραίτητα γνωστά στον οργανισμό και κατ' επέκταση δεν θεωρούνται ζωτικά για τη συνολική λειτουργία του οργανισμού. Με αυτόν τον τρόπο μπορούν οι διευθύνοντες ενός οργανισμού να είναι ενήμεροι για το σύνολο των τρωτών σημείων και επικεντρωθούν στους μεγαλύτερους κινδύνους.

Ο δείκτης PSWKSV είναι το ποσοστό του πλήθους των συστημάτων ενός οργανισμού που δεν έχουν σοβαρά τρωτά σημεία ως προς το συνολικό πλήθος συστημάτων που έχουν ελεγχθεί :

$$PSWKSV = \frac{\text{πλήθος συστημάτων χωρίς γνωστά σοβαρά τρωτά σημεία}}{\text{συνολικό πλήθος συστημάτων που ελέγχθηκαν}} * 100\% \quad (3.19)$$

Για τον προσδιορισμό των τρωτών σημείων μπορεί να χρησιμοποιηθεί μια ευρέως δεδομένη βάση δεδομένων όπως π.χ. η NIST (National Vulnerability Database) ή μια εσωτερική βάση δεδομένων που ορίζεται από κάθε οργανισμό ανάλογα με τις ανάγκες και τις λειτουργίες του.

Η τιμή του PSWKSV πρέπει να αυξάνεται με το χρόνο. Η ιδανική τιμή 100% σημαίνει ότι όλα τα συστήματα έχουν ελεγχθεί χωρίς να ανιχνευθεί κάποιο σοβαρό τρωτό σημείο.

3.2.3.4.6.3 Άλλες μετρήσεις κατά τη φάση παροχής υπηρεσίας για ICT συστήματα

Εκτός από τους δείκτες/μετρήσεις που αναφέρθηκαν ανωτέρω για ICT συστήματα, υπάρχουν και άλλοι δείκτες που όμως δεν θα αναλυθούν στο πλαίσιο της διπλωματικής εργασίας. Αυτοί είναι:

- Διακύμανση καθυστέρησης (delay variation-jitter)
- Απώλεια πακέτων (packet loss)
- Χρησιμοποιημένο εύρος ζώνης: μέγιστη τιμή, μέση τιμή, διακύμανση

Ανάλογα με την κρισιμότητα κάθε υπηρεσίας δικτύου για κάποιο οργανισμό, μπορεί να αποδειχθούν πολύ χρήσιμες οι μετρήσεις ανθεκτικότητας που αναφέρονται αποκλειστικά στη συγκεκριμένη υπηρεσία.

Παραδείγματα τέτοιων υπηρεσιών είναι:

- Voice-over-IP
- HTTP κίνηση
- E-mail

Εντούτοις, δεν έχουν μέχρι στιγμής προταθεί μετρήσεις και δείκτες που αναφέρονται αποκλειστικά σε συγκεκριμένες υπηρεσίες.

3.2.3.5 Μετρήσεις κατά τη φάση ανάκαμψης (Recovery phase)

Στην ενότητα αυτή περιγράφεται ένα σύνολο μετρήσεων που πραγματοποιούνται στη φάση ανάκαμψης. Μετρήσεις και δείκτες σε αυτή τη φάση καθορίζουν και μετρούν πόσο ταχέως ένα σύστημα/ δίκτυο ή υπηρεσία μπορεί να αντιμετωπίσει και να ανακάμψει από τις βλάβες και τους κινδύνους που αντιμετωπίζει.

3.2.3.5.1 Μέσος χρόνος πτώσης (Mean down time-MDT)

Ο δείκτης MDT αποτιμά το μέσο χρόνο κατά τον οποίο ένα σύστημα ενός οργανισμού δεν λειτουργεί. Η δείκτης αυτός συνυπολογίζει τόσο το χρόνο που χρειάζεται για την επισκευή όσο και το χρόνο που χρειάζεται για λειτουργίες συντήρησης η προληπτικής επιδιόρθωσης του συστήματος και οποιαδήποτε άλλη ενέργεια που έχει ως αποτέλεσμα το σύστημα να μη λειτουργεί. Η διαφορά του δείκτη MDT με τον MTTR

(mean time to repair, θα αναλυθεί στην επόμενη παράγραφο) είναι ότι ο δείκτης MTTR λαμβάνει υπόψη μόνο το χρόνο που χρειάζεται για την επισκευή του συστήματος ενώ ο MDT λαμβάνει υπόψη οποιαδήποτε χρονική περίοδο κατά την οποία το σύστημα δεν λειτουργεί.

Ο δείκτης MDT αναδεικνύει το μέσο χρόνο που μεσολαβεί από επέλευση κάποιας βλάβης μέχρι την αποκατάσταση της κανονικής λειτουργίας του συστήματος. Η τιμή του MD που μετρείται σε μονάδες χρόνου προκύπτει σύμφωνα με τη σχέση

$$MDT = \frac{\text{Σύνολο χρόνου κατά το οποίο το σύστημα δεν λειτουργεί}}{\text{Πλήθος περιστατικών}} \quad (3.20)$$

Μεγάλη τιμή του MDT φανερώνει ότι μια βλάβη είναι ενδεχόμενο να επηρεάσει τη λειτουργία του συστήματος για μεγάλο χρονικό διάστημα και συνεπάγεται μικρή ανθεκτικότητα του συστήματος.

3.2.3.5.2 Μέσος χρόνος για επισκευή (Mean time to repair-MTTR)

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως ο δείκτης MTTR αναδεικνύει το μέσο χρόνο που απαιτείται από την έναρξη λειτουργιών επισκευής ενός συστήματος που εμφανίζει βλάβη μέχρι τη στιγμή όπου το σύστημα θα επανέλθει σε κατάσταση κανονικής λειτουργίας. Η τιμή του MTTR προκύπτει σύμφωνα με τη σχέση 3.19.

$$MTTR = \frac{\text{Σ}i(\text{χρόνος συντήρησης}_i)}{\text{Πλήθος ενεργειών επισκευής}} \quad (3.21)$$

Μεγάλη τιμή MTTR σημαίνει ότι ο μέσος χρόνος επισκευής είναι υψηλός και ότι το σύστημα βρίσκεται εκτός λειτουργίας για μεγάλο χρονικό διάστημα.

3.2.3.5.3 Συντηρησιμότητα (Maintainability)

Η συντηρησιμότητα εκφράζει την ευκολία με την οποία ένα σύστημα μπορεί να τροποποιηθεί για να διορθωθούν τυχόντες βλάβες, να βελτιωθεί η επίδοσή του ή να προσαρμοστεί σε αλλαγές του περιβάλλοντος.

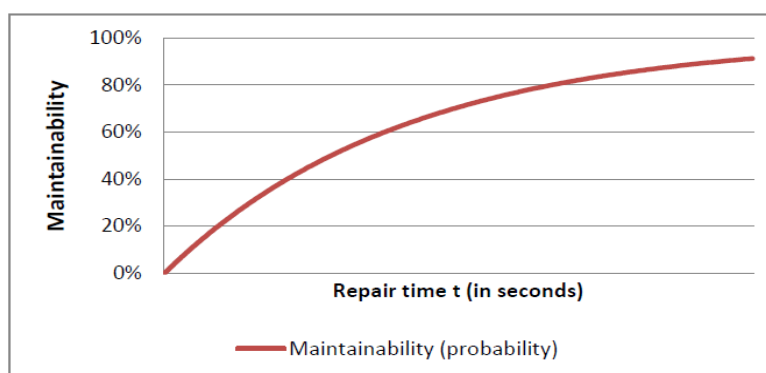
Ορίζεται ως η πιθανότητα πραγματοποίησης μιας επιτυχούς διορθωτικής ενέργειας εντός συγκεκριμένου μέγιστου χρόνου επισκευής (maximum repair time), t . Ενδεικτικά, αν ένα σύστημα έχει 90% συντηρησιμότητα για μέγιστο χρόνο επισκευής μιας ώρας, υπάρχει 90% πιθανότητα ότι αυτό το σύστημα θα επισκευαστεί εντός μιας ώρας.

Μια υψηλή τιμή συντηρησιμότητας καταδεικνύει ότι ένα σύστημα μπορεί εύκολα και ταχέως να επανέλθει σε κατάσταση λειτουργίας. Δεν παρέχει ένδειξη της ανθεκτικότητας ενός συστήματος που βρίσκεται σε κατάσταση λειτουργίας αλλά αναδεικνύει την ταχύτητα με την οποία μπορεί ένα σύστημα να επανέλθει σε αποδεκτό επίπεδο λειτουργίας.

Η συντηρησιμότητα $M(t)$ εκφράζεται μαθηματικά μέσω εκθετικής κατανομής και είναι συνάρτηση του δείκτη MTTR και του χρόνου επισκευής t . Η $M(t)$ εκφράζει ποσοστό και προκύπτει από τη συνάρτηση της σχέσης 3.20.

$$M(t) = (1 - e^{-t/MTTR}) * 100\% \quad (3.22)$$

Στο γράφημα 3.15 έχει σχεδιαστεί η καμπύλη συντηρησιμότητας για διάφορες τιμές του μέγιστου χρόνου επισκευής t όταν το MTTR είναι 100s.



Γράφημα 3.15 – Παράδειγμα καμπύλης συντηρησιμότητας

3.2.3.5.3 Μέσος χρόνος για επαναφορά από περιστατικό (Mean time to incident recovery-MTTIR)

Ο δείκτης MTTIR χαρακτηρίζει την ικανότητα ενός οργανισμού να επανέλθει σε κανονική κατάσταση λειτουργίας. Υπολογίζεται από το μέσο χρόνο που μεσολάβησε από την στιγμή που ένα συνέβη ένα περιστατικό μέχρι τη στιγμή όπου ο οργανισμός

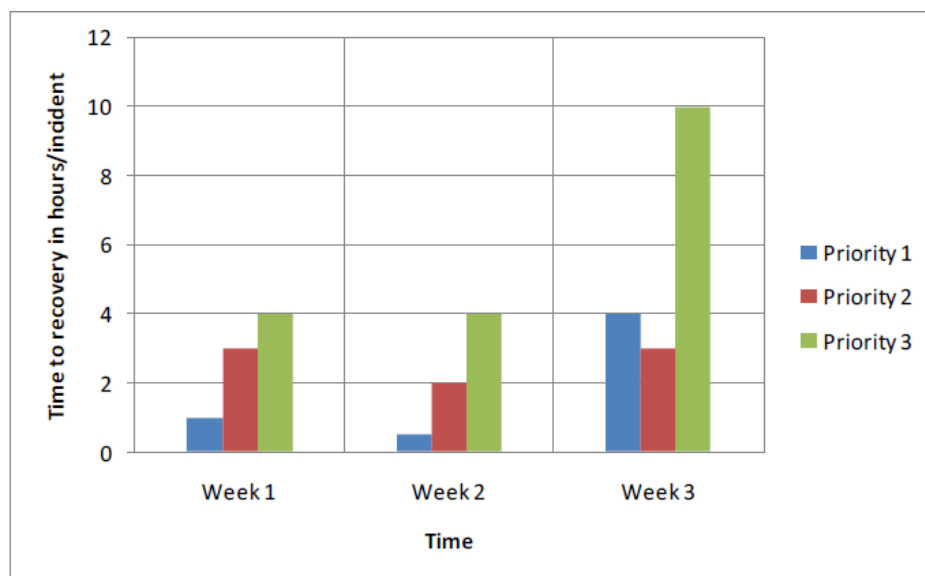
ανέκαμψε από το περιστατικό. Ο δείκτης MTTIR αντικατοπτρίζει την αποτελεσματικότητα του οργανισμού να αντανακλά από δυσμενή περιστατικά. Όσο μικρότερη η τιμή του MTIR τόσο μικρότερος ο αντίκτυπος από περιστατικά που απειλούν τον οργανισμό, αφού αυτός ανακάμπτει ταχύτερα.

Μονάδα μέτρησης του MTTIR είναι χρόνος/περιστατικό, π.χ., ώρες/περιστατικό και υπολογίζεται σύμφωνα με τη σχέση:

$$MTTIR = \frac{\sum_i (\text{Ακριβής χρόνος ανάκαμψης} - \text{Ακριβής χρόνος εμφάνισης περιστατικού}_i)}{\text{πλήθος περιστατικών}} \quad (3.23)$$

Η τιμή του MTTIR πρέπει να μειώνεται με την πάροδο του χρόνου. Μηδενική τιμή χαρακτηρίζει υποθετική αυτόματη ανάκαμψη από οποιοδήποτε δυσμενές περιστατικό.

Παράδειγμα απεικόνισης του δείκτη MTTIR παρουσιάζεται στο Γράφημα 3.16. Η απεικόνιση μπορεί να γίνει με βάση την προτεραιότητα αντιμετώπισης του κάθε συμβάντος.



Γράφημα 3.16 – Παράδειγμα απεικόνισης δείκτη MTTIR

3.2.3.6 Μετρήσεις στη φάση της σχεδίασης (Design-based metrics)

Με βάση τις ανωτέρω μετρήσεις/δείκτες μπορεί να γίνει ένας ασφαλής διαχωρισμός μεταξύ της φάσης προετοιμασίας (preparedness phase) και των φάσεων λειτουργίας και ανάκαμψης (service and recovery phase). Η ετοιμότητα περιλαμβάνει όλες τις

ενέργειες και τα μέτρα που λαμβάνονται με σκοπό να αποτραπεί η εκδήλωση ενός περιστατικού ή να περιοριστεί στο ελάχιστο δυνατό ο αντίκτυπος που θα έχει ένα περιστατικό στο επίπεδο της προσφερόμενης υπηρεσίας ενός οργανισμού. Δηλαδή, κατά τη φάση ετοιμότητας στόχος είναι να εκτιμηθεί πόσο αποτελεσματικά είναι προετοιμασμένο ένα σύστημα/ υπηρεσία ενός οργανισμού να αντιμετωπίσει βλάβες ή κινδύνους.

Το εδάφιο 3.2.3.3 περιγράφει τις διάφορες μετρήσεις/ δείκτες κατά τη φάση προετοιμασίας. Πρέπει, όμως, να επισημανθεί ότι, εκτός από τις προαναφερόμενες μετρήσεις/δείκτες, υπάρχει ένα σύνολο αντίστοιχων, θεωρητικών μετρήσεων σχετικών με τις μετρήσεις ετοιμότητας, που αποκαλούνται μετρήσεις ανθεκτικότητας στο πεδίο της σχεδίασης (design-based resilience metrics).

Οι θεωρητικοί δείκτες, που περιγράφονται στη συνέχεια, προσδιορίζονται κατά το σχεδιασμό μιας υπηρεσίας ή ενός συστήματος ενός οργανισμού και είναι ανεξάρτητοι από το χρόνο. Ως εκ τούτου, είναι ασφαλές να θεωρηθεί ότι οι δείκτες της φάσης προετοιμασίας είναι δείκτες ανθεκτικότητας στο πεδίο της σχεδίασης, ενώ οι μετρήσεις στη φάση της υπηρεσίας και της ανάκαμψης είναι μετρήσεις που προκύπτουν και υπολογίζονται κατά τη λειτουργία του συστήματος/υπηρεσίας, οπότε εξαρτώνται άμεσα από το χρόνο.

Οι θεωρητικοί δείκτες υπολογίζονται ως ποσοστό. Πρέπει να σημειωθεί ότι, ενώ ο υπολογισμός αυτών των μετρήσεων βασίζεται σε θεωρητικά μεγέθη και πιθανότητες, αποτελούν πολύ σημαντικές ενδείξεις για την ανθεκτικότητα της προσφερόμενης υπηρεσίας/συστήματος. Ενδεικτικά, ένα σύστημα που δεν έχει εφεδρικά στοιχεία θα έχει υψηλότερη τιμή του δείκτη MTBF (μέσος χρόνος μεταξύ βλαχών) σε σχέση με ένα σύστημα που έχει το ίδιο πλήθος στοιχείων αλλά διαθέτει εφεδρικά στοιχεία.

Είναι σαφές ότι για τους θεωρητικούς δείκτες που θα περιγράφουν κατωτέρω δεν είναι δυνατό να προσδιοριστούν επιθυμητές τιμές ή συχνότητες διεξαγωγής των μετρήσεων καθώς πρόκειται για εκτιμήσεις που πραγματοποιούνται κατά το σχεδιασμό της υπηρεσίας/ συστήματος και είναι ανεξάρτητες από το χρόνο.

Λαμβάνοντας υπόψη το στατικό και θεωρητικό χαρακτήρα των δεικτών αυτών, η συχνότητα των μετρήσεων δεν έχει πρακτική εφαρμογή.

3.2.3.6.1 Αναμενόμενος μέσος χρόνος μεταξύ βλαβών (Expected Mean Time between failures- Expected MTBF)

Ο δείκτης Expected_MTBF εκφράζει τον αναμενόμενο χρόνο μεταξύ διαδοχικών βλαβών ενός συστήματος. Όπως έχει αναφερθεί και ανωτέρω, ως βλάβη/αστοχία εννοείται η μετάβαση από κατάσταση κανονικής λειτουργίας σε μη επιτρεπτό επίπεδο λειτουργίας.

Η βασική διαφορά μεταξύ του δείκτη Expected_MTBF και OMTBF (Operational Mean time between failures) που περιγράφηκε στο εδάφιο 3.2.3.4.1 έγκειται στην πηγή από την οποία προκύπτουν τα δεδομένα για τις μετρήσεις. Ενώ η OMTBF προκύπτει από ιστορικά δεδομένα, η Expected_MTBF χρησιμοποιεί στατιστικά χαρακτηριστικά και δεδομένα που δίδονται από τον προμηθευτή του εξοπλισμού. Για υλικό εξοπλισμό (hardware), η τιμή του Expected_MTBF είναι συνήθως μια τεχνική προδιαγραφή που δίδεται από τον κατασκευαστή ή προμηθευτή του εξοπλισμού. Αν το στοιχείο αυτό δεν παρέχεται, συνήθως, είναι δυνατόν να υπολογιστεί εμπειρικά μέσω ενδεικτικών μετρήσεων σε ελεγχόμενο περιβάλλον. Για ένα σύστημα που αποτελείται από πολλά επιμέρους στοιχεία, η τιμή Expected_MTBF του συστήματος προκύπτει συνυπολογίζοντας τις τιμές των Expected_MTBF των επιμέρους στοιχείων και λαμβάνοντας υπόψη την τοπολογία του συστήματος (π.χ. αν τα στοιχεία είναι σε σειρά μεταξύ τους ή παράλληλα). Αυτοί οι υπολογισμοί είναι πολύ σύνθετοι και εκτός του εύρους της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Γενικότερα, ο δείκτης Expected_MTBF προκύπτει αντίστοιχα με το δείκτη OMTBF όπως περιγράφεται στο εδάφιο 3.2.3.4.1. και μετρείται σε ώρες (hours).

$$\text{Expected_MTBF} = \frac{\sum_i (\text{αναμενόμενη περίοδος λειτουργίας})_i}{\text{Πλήθος αστοχιών}} \quad (3.24)$$

3.2.3.6.2 Αναμενόμενη διαθεσιμότητα (Expected availability)

Η αναμενόμενη διαθεσιμότητα αποτελεί δείκτη τόσο της αξιοπιστίας (reliability) όσο και της συντηρησιμότητας (maintainability) ενός συστήματος/υπηρεσίας. Η αξιοπιστία

εκφράζει το χρονικό διάστημα κατά το οποίο ένα σύστημα μπορεί να λειτουργεί χωρίς βλάβη, ενώ η συντηρησιμότητα εκφράζει την ευκολία με την οποία μπορεί να επισκευαστεί ένα σύστημα.

Στόχος της αναμενόμενης διαθεσιμότητας είναι να αναδείξει την πιθανότητα ένα σύστημα να λειτουργεί σύμφωνα με τον τρόπο και τη σκοπιμότητα που έχει σχεδιαστεί. Δηλαδή, η αναμενόμενη διαθεσιμότητα είναι η πιθανότητα ένα σύστημα να είναι εκτός λειτουργίας ενώ πρέπει να λειτουργεί.

Η τιμή του δείκτη προκύπτει με χρήση δύο άλλων δεικτών. Του δείκτη Expected_MTBF και MTTR (μέσος χρόνος για επισκευή, όπως αναλύθηκε στο εδάφιο 3.2.3.5.2). Εκφράζεται ως ποσοστό σύμφωνα με τη σχέση:

$$\text{Expected Availability} = \frac{\text{Expected_MTBF}}{\text{Expected_MTBF} + \text{MTTR}} * 100\% \quad (3.25)$$

Η αναμενόμενη διαθεσιμότητα ενός συστήματος μπορεί να υπολογιστεί από την αναμενόμενη διαθεσιμότητα κάθε επιμέρους στοιχείου που απαρτίζει το σύστημα αν συνυπολογιστεί και η τοπολογία με την οποία είναι σχεδιασμένο το σύστημα. Αυτοί οι υπολογισμοί είναι πολύ πολύπλοκοι και εκτός του εύρους της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

3.2.3.6.3 Αναμενόμενη Αξιοπιστία (Expected reliability)

Η αναμενόμενη αξιοπιστία ενός συστήματος εκφράζει τη δυνατότητα του να εκτελεί τις λειτουργίες για τις οποίες έχει σχεδιαστεί κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες (π.χ. να λειτουργεί σε επίπεδο κανονικής λειτουργίας) για συγκεκριμένη χρονική περίοδο t , που ονομάζεται χρονική περίοδος στόχος (mission time). Η αναμενόμενη αξιοπιστία είναι συνάρτηση των τιμών των Expected_MTBF και του χρόνου t που είναι ο χρόνος που μεσολαβεί από τη στιγμή όπου το σύστημα εκκινεί την λειτουργία του σε επίπεδο κανονικής λειτουργίας μέχρι τη στιγμή κατά την οποία η λειτουργία του μεταπίπτει σε μη αποδεκτά επίπεδα.

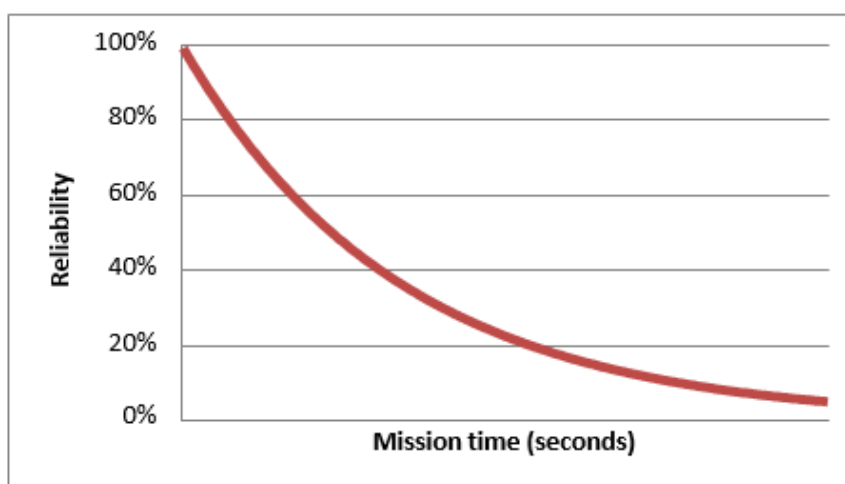
Η αναμενόμενη αξιοπιστία περιγράφεται μαθηματικά μέσω της εκθετικής κατανομής που περιγράφει τυχαίες βλάβες σύμφωνα και με τη σχέση:

$$R(t) = e^{-t/Expected_MTBF} \quad (3.26)$$

Η συνάρτηση $R(t)$ εκφράζει την πιθανότητα ενός συστήματος να λειτουργεί για συγκεκριμένο χρόνο t . Ο χρόνος t και η $Expected_MTBF$ πρέπει να εκφράζονται με ίδια μονάδα μέτρησης χρόνου.

Η επιθυμητή τιμή για το $R(t)$ εξαρτάται σημαντικά από την κρισιμότητα της υπηρεσίας την οποία αποτιμά και από την τοπολογία του συστήματος. Τιμή μικρότερη από $1/e=0.3678$ σημαίνει ότι το δίκτυο ή η υπηρεσία λειτουργεί κανονικά για χρόνο μεγαλύτερο από το μέσο χρόνο μεταξύ αστοχιών. Δηλαδή, κατά μέσο όρο, είναι πιθανό η υπηρεσία να έχει αντιμετωπίσει αστοχία ή η πιθανότητα να προκύψει αστοχία θα έχει αυξηθεί.

Το Γράφημα 3.17 παρουσιάζει την καμπύλη αναμενόμενης αξιοπιστίας.



Γράφημα 3.17 -Καμπύλη αξιοπιστίας λειτουργίας

3.3 Επίλογος

Οι μετρήσεις και οι δείκτες που παρουσιάστηκαν ανωτέρω αποτελούν ασφαλώς ένα πρώτο βήμα στην προσπάθεια των οργανισμών να έχουν ασφαλή εικόνα σχετικά με την ανθεκτικότητα των υπηρεσιών που προσφέρουν και των επιμέρους συστημάτων τους καθώς παρέχουν ένα κοινό για όλους σημείο αναφοράς όσον αφορά σε δείκτες και μετρήσεις. Εντούτοις, η έρευνα για μετρήσεις και δείκτες και η συνεργασία μεταξύ των διαφόρων οργανισμών πρέπει να συνεχιστεί και να ενταθεί. Οι έννοιες της Ανθεκτικότητας και Ακεραιότητας καθίστανται ολοένα και σημαντικότερες καθώς η

εξάρτηση του μέσου καταναλωτή από την προσφερόμενη υπηρεσία αυξάνεται με την πάροδο του χρόνου.

4 Διασφάλιση διαθεσιμότητας δημοσίων τηλεφωνικών υπηρεσιών σε περιπτώσεις ανωτέρας βίας/καταστροφικών βλάβών

4.1 Εισαγωγή

Στο Κεφάλαιο 4 περιγράφηκαν χαρακτηριστικοί δείκτες και μετρήσεις που παρέχουν χρήσιμες πληροφορίες στους παρόχους τηλεφωνικών υπηρεσιών ως προς ακεραιότητα των δικτύων τους και την ανθεκτικότητα των υπηρεσιών που προσφέρουν έναντι κινδύνων που ενδεχομένως αντιμετωπίσουν και οι οποίοι απειλούν τη φυσιολογική λειτουργία του δικτύου ή της υπηρεσίας. Επιπλέον, παρουσιάστηκαν δείκτες και μετρήσεις που αντανακλούν την δυνατότητα και την ευκολία της υπηρεσίας/συστήματος να αντιμετωπίσει τους κινδύνους και να επανέλθει στα επίπεδα λειτουργίας για τα οποία έχει σχεδιαστεί.

Όμως, οι ανωτέρω δείκτες και μετρήσεις δεν εγγυώνται τη διασφάλιση της διαθεσιμότητας δημοσίων τηλεφωνικών υπηρεσιών σε περίπτωση ανωτέρας βίας ή σε καταστροφική βλάβη, ούτε την αδιάλειπτη και εξασφαλισμένη πρόσβαση σε υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης.

Αντικείμενο του παρόντος κεφαλαίου αποτελεί ο προσδιορισμός των ελαχίστων υποχρεώσεων των παρόχων τηλεφωνικών υπηρεσιών ώστε να διασφαλίζουν την αδιάλειπτη πρόσβαση σε υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης αλλά και τη διασφάλιση της διαθεσιμότητας των προσφερόμενων υπηρεσιών. Επιπλέον, γίνεται αναφορά σε μέτρα που έχουν αναλάβει κράτη προς διασφάλιση των ανωτέρω απαιτήσεων.

4.2 Μέτρα και ενέργειες κρατών για την διασφάλιση τηλεπικοινωνιών σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης.

4.2.1 Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής

Οι Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής συχνά στη σύγχρονη ιστορία της έχει βρεθεί ως χώρα αντιμέτωπη με γεγονότα έκτακτης ανάγκης, είτε αυτά είναι φυσικές καταστροφές (τσουνάμι, τυφώνες, σεισμοί και άλλα) είτε είναι τρομοκρατικές ενέργειες (παραδείγματος χάρη η 11^η Σεπτεμβρίου 2001) είτε πρόκειται για άλλης φύσης

γεγονότα που όμως έχουν ως συνέπεια να προκαλέσουν καταστροφική βλάβη και να κηρυχθεί η χώρα ή κάποιο τμήμα της σε κατάσταση έκτακτης ανάγκης. Προκειμένου, λοιπόν, να διασφαλιστούν οι τηλεπικοινωνίες σε περιπτώσεις εκτάκτων αναγκών και ανωτέρας βίας, έχει θεσπιστεί από την Αμερικανική Κυβέρνηση το Γραφείο Εκτάκτων Επικοινωνιών (Office of Emergency Communication-OEC).

Το OEC αποτελεί τμήμα του Υπουργείου Εσωτερικής Ασφάλειας (Department of Homeland Security-DHS) με αρμοδιότητα την καθοδήγηση και προσφορά βοήθειας στα όργανα αντιμετώπισης καταστάσεων έκτακτης ανάγκης. Το Τμήμα Πολιτικής και Σχεδιασμού (Policy and Planning Branch) του OEC παρέχει καθοδήγηση σχετικά με προγράμματα επιχορήγησης για επικοινωνίες εκτάκτων αναγκών, αναπτύσσει το Εθνικό Σχέδιο Επικοινωνιών Έκτακτης Ανάγκης (National Emergency Communications Plan-NECP) και παρέχει στρατηγικές και συστάσεις για την εκμετάλλευση των νέων τηλεπικοινωνιακών τεχνολογιών από μέρους των οργάνων αντιμετώπισης καταστάσεων έκτακτης ανάγκης. Επιπλέον, το Τμήμα αυτό διενεργεί συνεχείς αξιολογήσεις της εθνικής ασφάλειας και της ετοιμότητας των τηλεπικοινωνιών έκτακτης ανάγκης τόσο σε ομοσπονδιακό όσο και σε κρατικό, περιφερειακό και τοπικό επίπεδο.

Καθώς η Η.Π.Α είναι χώρα που αποτελείται από πληθώρα πολιτειών και κυβερνητικών οργάνων πρώτο σημαντικό βήμα είναι η διαλειτουργικότητα και η σωστή επικοινωνία μεταξύ των εμπλεκόμενων φορέων. Για το σκοπό αυτό, το OEC είναι υπεύθυνο για δύο προγράμματα. Το NECP, που προαναφέρθηκε, και το SCIPs (Statewide Communication Interoperability Plans, Διαπολιτειακά Σχέδια για Διαλειτουργικότητα Επικοινωνιών). Το NECP χρησιμεύει ως πρώτη εθνική στρατηγική για τη διαλειτουργικότητα και παρέχει οδηγό για το προσωπικό της δημόσιας ασφάλειας και τους κυβερνητικούς αξιωματούχους ώστε να προβούν σε σημαντικές βελτιώσεις στις επικοινωνίες εκτάκτων αναγκών που αφορούν το συντονισμό, τη διαχείριση, τον προγραμματισμό, τη χρήση και την κατάρτιση ασκήσεων και τεχνολογιών. Τα SCIPs είναι προγράμματα που εκτελούνται σε τοπικό επίπεδο και περιγράφουν και καθορίζουν την παρούσα κατάσταση και το μελλοντικό όραμα με γνώμονα τη διαλειτουργικότητα των επικοινωνιών εντός του Κράτους. Επιπλέον, ορίζουν στόχους και πρωτοβουλίες που οφείλουν να έχουν τα όργανα αντιμετώπισης εκτάκτων αναγκών ούτως ώστε να

επιτύχουν το μελλοντικό όραμα. Συνοψίζοντας, τα SCPIs παρέχουν τη στρατηγική κατεύθυνση που πρέπει να έχουν οι υπεύθυνοι για τη διαλειτουργικότητα των τηλεπικοινωνιών τόσο σε Κεντρικό-Κρατικό όσο και σε περιφερειακό και τοπικό επίπεδο. Είναι έγγραφα που ανανεώνονται τουλάχιστον ετησίως.

Το OEC συνεργάζεται με τον ιδιωτικό και το δημόσιο τομέα προκειμένου να διασφαλιστεί η εθνική ασφάλεια και η ετοιμότητα σε καταστάσεις εκτάκτων αναγκών (National Security, Emergency Preparedness-NS/EP). Επιπλέον, ενεργεί ώστε τα όργανα αντιμετώπισης εκτάκτων αναγκών να έχουν προτεραιότητα στις τηλεπικοινωνίες (priority telecommunications) και η επικοινωνία για όλες τις ενέργειες αποκατάστασης να διεξάγεται ανεξάρτητα από τις συνθήκες που επικρατούν. Με αυτό το σκοπό, το OEC διαχειρίζεται τέσσερα προγράμματα του DHS. Το πρόγραμμα Κυβερνητικής Υπηρεσίας Εκτάκτων Τηλεπικοινωνιών (Government Emergency Telecommunications Service, GETS), το πρόγραμμα Υπηρεσίες Ασύρματης Προτεραιότητας (Wireless Priority Service,WPS), το πρόγραμμα Υπηρεσία Προτεραιότητας Τηλεπικοινωνιών (Telecommunications Service Priority, TSP) και το πρόγραμμα Υπηρεσία Προτεραιότητας Δικτύων Επόμενης Γενιάς (Next Generation Network Priority Service,NGN-PS). Το OEC διασφαλίζει τα προγράμματα του DHS να συνεχίζουν να υποστηρίζουν NS/EP τηλεπικοινωνίες και να ακολουθούνται οι οδηγίες και οι αρχές των προγραμμάτων.

Το πρόγραμμα GETS επιτρέπει στους χρήστες να έχουν από άκρο-σε-άκρο προτεραιότητα κλήσεων στο ενσύρματο δίκτυο. Η υπηρεσία αυτή προσφέρεται σε περισσότερους από 310.000 χρήστες επιτρέποντας 95% επιτυχημένη ολοκλήρωση κλήσεων ακόμα και σε περιόδους με συμφόρηση δικτύου. Το πρόγραμμα WPS αποτελεί αντίστοιχο πρόγραμμα με το GETS αλλά απευθύνεται σε ασύρματα δίκτυα, παρέχοντας σε περισσότερους από 118.000 χρήστες ποσοστό ολοκλήρωσης κλήσεων 90% ακόμα και σε περιόδους όπου ο όγκος των κλήσεων είναι πολύ υψηλός. Το TSP είναι ένα πρόγραμμα που επιτρέπει στους οργανισμούς που παρέχουν υπηρεσίες εθνικής ασφάλειας και ετοιμότητας (NS/EP) να έχουν προτεραιότητα σε τηλεπικοινωνιακές υπηρεσίες. Το TSP επιτρέπει στους τηλεπικοινωνιακούς παρόχους να δώσουν προτεραιότητα στην αποκατάσταση, ανάκαμψη και ανασύσταση κρίσιμων δικτύων κατά τη διάρκεια μιας καταστροφής ούτως ώστε να διευκολυνθεί το έργο των

οργανισμών NS/EP. Το NGN-PS είναι ένα πρόγραμμα που είναι υπό κατασκευή. Επιτρέπει στους χρήστες να έχουν προτεραιότητα σε υπηρεσίες φωνής, δεδομένων και video καθώς τα τηλεπικοινωνιακά δίκτυα εξελίσσονται.

4.2.2 Ευρωπαϊκή Ένωση

Μέχρι την ημερομηνία συγγραφής της παρούσας διπλωματικής εργασίας δεν υπάρχει οδηγία της Ευρωπαϊκής Ένωσης η κάποιου επίσημου τηλεπικοινωνιακού φορέα που να ορίζει τις ελάχιστες υποχρεώσεις των τηλεπικοινωνιακών παρόχων που θα ισχύουν για όλα τα κράτη-μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Το Άρθρο 23 της οδηγίας 2002/22 της Ευρωπαϊκής Ένωσης ορίζει σχετικά με την ακεραιότητα του δικτύου: “Τα Κράτη-Μέλη πρέπει να λαμβάνουν όλα τα απαραίτητα μέτρα για να διασφαλίσουν την ακεραιότητα του δημοσίου δικτύου σε σταθερές θέσεις, και σε περίπτωση καταστροφικής βλάβης δικτύου και σε περίπτωση ανωτέρας βίας (*force majeure*), τη διαθεσιμότητα του δημοσίου τηλεφωνικού δικτύου και των διαθέσιμων στο κοινό τηλεφωνικών υπηρεσιών σε σταθερές περιοχές. Τα Κράτη-Μέλη πρέπει να εξασφαλίσουν ότι οι επιχειρήσεις που παρέχουν διαθέσιμες στο κοινό τηλεφωνικές υπηρεσίες λαμβάνουν όλα τα εύλογα μέτρα για να εξασφαλίσουν την αδιάλειπτη πρόσβαση σε υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης”.

Αποτελεί υποχρέωση κάθε Κράτους-Μέλους να συμμορφωθεί με την ανωτέρω οδηγία. Δεν ορίζεται, όμως, ο τρόπος και τα μέτρα που πρέπει να λάβει κάθε χώρα προκειμένου να το επιτύχει.

4.2.3 Ελλάδα

Προκειμένου να συμμορφωθεί η Ελληνική Κυβέρνηση με την απαίτηση του Άρθρου 23 της Οδηγίας 2002/22, της Ευρωπαϊκής Ένωσης, το Φεβρουάριο του 2014, η αρμόδια ελληνική ρυθμιστική αρχή Ε.Ε.Τ.Τ. προχώρησε στη έκδοση Σχεδίου Εισήγησης προς Δημόσια Διαβούλευση. Αντικείμενο της απόφασης αυτής είναι ο καθορισμός των ελάχιστων υποχρεώσεων προς τις οποίες οφείλουν να συμμορφώνονται οι επιχειρήσεις που παρέχουν στο κοινό τηλεφωνικές υπηρεσίες διαθέσιμες μέσω δημοσίων δικτύων επικοινωνιών, προκειμένου να διασφαλίζεται η μέγιστη δυνατή

διαθεσιμότητα αυτών σε περίπτωση καταστρεπτικής βλάβης ή σε περίπτωση ανωτέρας βίας και να διασφαλιστεί η αδιάλειπτη πρόσβαση σε υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης.

Σύμφωνα με την ανωτέρω απόφαση, οι υπόχρεοι πάροχοι οφείλουν να μεριμνούν ώστε ο χρησιμοποιούμενος εξοπλισμός να είναι αξιόπιστος, ασφαλής έναντι εξωτερικών απειλών και ικανός να λειτουργήσει ακόμα και με κάποιο βαθμό βλάβης. Επιπλέον, οφείλει να διαθέτει κατάλληλη σχεδίαση και εφεδρεία ώστε ενδεχόμενη βλάβη σε κάποιο στοιχείο του δικτύου να μην επηρεάσει καθοριστικά τη λειτουργία του δικτύου ή τις παρεχόμενες υπηρεσίες.

Υποχρέωση του παρόχου είναι να μεριμνά για τη φυσική ασφάλεια των εγκαταστάσεων όπου είναι εγκατεστημένα τα στοιχεία του δικτύου του. Η φυσική ασφάλεια είναι ανάλογη της κρίσιμότητας των στοιχείων αυτών. Τα κρίσιμα στοιχεία του δικτύου πρέπει να είναι εγκατεστημένα σε διαφορετικές εγκαταστάσεις ή σε χώρους φυσικά ανεξάρτητους. Όπου αυτό είναι δυνατό, τα κρίσιμα στοιχεία πρέπει να προστατεύονται από διαφορετικά μέσα φυσικής προστασίας.

Σε περίπτωση ανωτέρας βίας ή καταστροφικής βλάβης, η κίνηση σε ένα δίκτυο αυξάνεται σημαντικά. Υποχρέωση του παρόχου είναι να προστατεύει το δίκτυο του υπό συνθήκες αυξημένης κίνησης. Μέσω κατάλληλων τεχνικών διαχείρισης κίνησης, ο πάροχος παρακολουθεί και ελέγχει την κίνηση στο δίκτυο του και εντοπίζει έγκαιρα την αυξημένη κίνηση ώστε να προστατεύσει το δίκτυο του από τις συνθήκες αυτές και παράλληλα, να εξασφαλίσει τη βελτιστοποίηση του δικτύου. Ενδεικτικοί τρόποι βελτιστοποίησης και προστασίας του δικτύου είναι η εναλλακτική δρομολόγηση των κλήσεων και η ύπαρξη καναλιών αφιερωμένων αποκλειστικά σε υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης. Όταν το δίκτυο λειτουργεί υπό μη κανονικές συνθήκες, όπου δεν είναι δυνατό να εξασφαλιστεί τόσο η αποκατάσταση των κλήσεων όσο και η ποιότητα ομιλίας δίδεται, ως γενική αρχή, προτεραιότητα στην αποκατάσταση κλήσεων. Επιπλέον, στις περιπτώσεις εκτάκτων αναγκών ο πάροχος έχει τη δυνατότητα να πιστώσει με μονάδες συνδρομητές του που δεν έχουν διαθέσιμο προπληρωμένο χρόνο, παρέχοντας τους τη δυνατότητα να κάνουν χρήση της υπηρεσίας καθώς είναι βασικό όλοι οι χρήστες να έχουν πρόσβαση στη υπηρεσία. Ως προς τους παρόχους που

παρέχουν υπηρεσίες σύντομων μηνυμάτων, αυτοί είναι σε θέση να ενεργοποιήσουν την αποστολή μηνυμάτων προς καθοδήγηση των χρηστών που βρίσκονται στις πληγείσες περιοχές, ώστε να επιτευχθεί η βελτιστοποίηση της χρήσης των εναπομεινάντων τηλεπικοινωνιακών πόρων, εφόσον το θεωρήσει απαραίτητο ή κατόπιν σχετικού αιτήματος αρμόδιων αρχών.

Σημαντική υποχρέωση των παρόχων είναι η σωστή και άμεση επικοινωνία μεταξύ τους. Κάθε πάροχος οφείλει να ειδοποιεί έγκαιρα και με κατάλληλο τρόπο τους παρόχους άλλων δικτύων που ενδέχεται να επηρεαστούν από προγραμματισμένες εργασίες στο δίκτυο του, συμπεριλαμβανομένης και της συντήρησης. Επιπλέον, ο πάροχος οφείλει να ειδοποιεί τους παρόχους άλλων διασυνδεδεμένων δικτύων για αναμενόμενα γεγονότα τα οποία ενδέχεται να προκαλέσουν ιδιαίτερα αυξημένη κίνηση στο δίκτυό του και να επηρεάσουν τα δίκτυα των άλλων παρόχων. Στην περίπτωση διασυνδεδεμένων δικτύων, πάροχος που αντιλαμβάνεται βλάβη οφείλει να ειδοποιεί άλλους παρόχους του οποίους ενδεχομένως επηρεάζει η βλάβη. Ο πάροχος λαμβάνει άμεσα μέτρα για την αποκατάσταση της βλάβης. Τέλος, ο πάροχος οφείλει να έχει σαφείς και καταγεγραμμένες διαδικασίες επικοινωνίας του προσωπικού του με το προσωπικό παρόχων διασυνδεδεμένων δικτύων, με σκοπό τη συνεργασία για την αποφυγή σύγχυσης και ανωφελών ενεργειών και το συντονισμό των διαδικασιών αποκατάστασης της ομαλής λειτουργίας των δικτύων.

Σημαντικές υποχρεώσεις των παρόχων είναι η ύπαρξη Σχεδίου Διαχείρισης Επιχειρησιακής Συνέχειας (Business Continuity Management-BCM). Λόγω της σπουδαιότητας και της σημασίας του BCM θα αναλυθεί στο επόμενο εδάφιο. Επιπλέον, σημαντικό μέτρο, το οποίο ενισχύει την αξιοπιστία και την διασφάλιση της διαθεσιμότητας δικτύων κινητής τηλεφωνίας, είναι η ύπαρξη εθνικής περιαγωγής (national Roaming) μεταξύ των παρόχων δικτύων κινητής τηλεφωνίας. Εκτενής ανάλυση των τεχνικών περιαγωγής ακολουθεί με το πέρας του εδαφίου για τη Διαχείριση Επιχειρησιακής Συνέχειας.

4.2.4 Διαχείριση Επιχειρησιακής Συνέχειας – BCM

4.2.4.1 Εισαγωγή στο BCM

Οι οργανισμοί, είτε πρόκειται για τηλεπικοινωνιακούς παρόχους είτε για οποιαδήποτε εταιρία που προσφέρει υπηρεσίες στους καταναλωτές, δεσμεύονται και είναι υπόχρεοι να παρέχουν προϊόντα και υπηρεσίες και για το σκοπό αυτό υπογράφουν συμβόλαια αυξάνοντας έτσι και τις προσδοκίες των πελατών και συνεργατών τους. Όλοι οι οργανισμοί έχουν ηθικές και κοινωνικές υποχρεώσεις. Ιδιαίτερα οι πάροχοι τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών που παρέχουν κρίσιμες υπηρεσίες, ιδίως σε περιόδους έκτακτης ανάγκης, έχουν νομικές ευθύνες να αναλαμβάνουν BCM.

Το BCM αποτελεί τη διαδικασία με την οποία ορίζονται οι στρατηγικές και το λειτουργικό πλαίσιο μέσω του επιτυγχάνονται τα εξής:

- Βελτιώνεται προληπτικά η ανθεκτικότητα ενός οργανισμού έναντι περιστατικών που επηρεάζουν την ικανότητα του οργανισμού να ανταποκριθεί τους στόχους του.
- Παρέχει μια αποδεδειγμένη μέθοδο για την επαναφορά της δυνατότητας του οργανισμού να παρέχει τα προϊόντα και τις υπηρεσίες στο επίπεδο για το οποίο έχουν σχεδιαστεί και εντός προκαθορισμένης χρονικής διάρκειας από την εμφάνιση του περιστατικού που απειλεί τη λειτουργία του οργανισμού.
- Παρέχει την δυνατότητα στον οργανισμό να διαχειριστεί τις λειτουργικές βλάβες και να προστατεύει με αυτόν τον τρόπο τη φήμη και την λειτουργία του.

Το BCM είναι διαδικασία συμπληρωματική της διαδικασίας Διαχείρισης Κινδύνων που έχει ως στόχο την κατανόηση των κινδύνων που απειλούν τη λειτουργία του οργανισμού και των συνέπειών που ενδεχομένως να προκαλέσουν οι κίνδυνοι αυτοί στον οργανισμό. Η Διαχείριση Κινδύνου αναζητεί τρόπους για να διαχειριστεί κάποιος οργανισμός κινδύνους που απειλούν τα βασικά προϊόντα και υπηρεσίες που προσφέρει. Συνήθως, οι κίνδυνοι που απειλούν τη λειτουργία του οργανισμού είναι πολύ δύσκολο να προβλεφθούν.

Εστιάζοντας κυρίως στο αντίκτυπο των διαφόρων συμβάντων, το BCM, προσδιορίζει από ποιές υπηρεσίες και προϊόντα εξαρτάται η επιβίωση του οργανισμού. Επομένως, προσδιορίζονται οι ενέργειες στις οποίες πρέπει να προβεί ο οργανισμός προκειμένου να ανταποκριθεί στις υποχρεώσεις του. Μέσω του BCM, ένας οργανισμός αντιλαμβάνεται τί απαιτείται να γίνει πριν συμβεί ένας οργανισμός και, επομένως, να προστατεύσει του ανθρώπους, τις εγκαταστάσεις, την τεχνολογία, τις πληροφορίες, τους μετόχους και τη φήμη του.

Αναγνωρίζοντας όλα τα ανωτέρω, ο οργανισμός έχει στη συνέχεια την δυνατότητα να αντιληφθεί με ρεαλιστικά δεδομένα τα μέτρα που πρέπει να πάρει όταν συμβεί η οποιαδήποτε βλάβη. Επομένως, ο οργανισμός είναι σε θέση να αντιμετωπίσει οποιαδήποτε συνέπεια και, εφόσον προκύψει, να προσφέρει τις υπηρεσίες και τα προϊόντα του σε αποδεκτό επίπεδο. Το BCM δεν πρέπει να αντιμετωπίζεται από τους οργανισμούς ως δαπανηρή διαδικασία αλλά ως διαδικασία που προσθέτει αξία στη λειτουργία του οργανισμού.

Μέσω της υιοθέτησης ενός αποτελεσματικού BCM, ο οργανισμός που το υιοθετεί έχει τα κάτωθι οφέλη:

- ✓ Τα κύρια προϊόντα και υπηρεσίες που προσφέρει ο οργανισμός αναγνωρίζονται και προστατεύονται, και εξασφαλίζεται η συνέχειά τους.
- ✓ Υπάρχει καλύτερη πιθανότητα να αντιμετωπιστεί αποτελεσματικά ένα περιστατικό που θα απειλήσει τη φυσιολογική λειτουργία του οργανισμού.
- ✓ Ο οργανισμός αντιλαμβάνεται καλύτερα τα δομικά του στοιχεία και τη σχέση που πρέπει να έχει με άλλους οργανισμούς, αρμόδιες ρυθμιστικές ή κυβερνητικές Αρχές, τοπικές Αρχές ενώ και οι διαδικασίες εκτάκτων αναγκών αναπτύσσονται επαρκώς, καταγράφονται και γίνονται καλύτερα αντιληπτές.
- ✓ Το προσωπικό εκπαιδεύεται να αντιδρά αποτελεσματικότερα σε περιστατικά που απειλούν τη λειτουργία του οργανισμού.
- ✓ Οι απαιτήσεις των μετόχων του οργανισμού γίνονται περισσότερο κατανοητές και μπορούν να εκπληρωθούν ευκολότερα.
- ✓ Το προσωπικό λαμβάνει κατάλληλη υποστήριξη και επικοινωνία κατά την επέλευση ενός περιστατικού.

- ✓ Διασφαλίζεται η εφοδιαστική αλυσίδα του οργανισμού.
- ✓ Προστατεύεται η φήμη του οργανισμού.
- ✓ Ο οργανισμός παραμένει συνεπής με τις νομικές και ρυθμιστικές του υποχρεώσεις.

Το BCM αποτελείται από έξι στάδια όπως απεικονίζεται στο Σχήμα 5.1



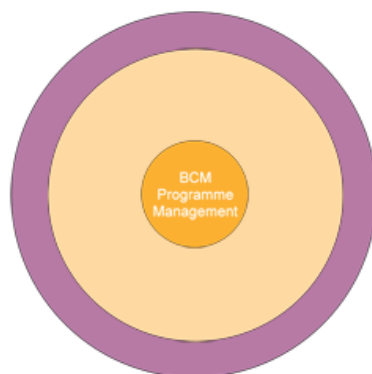
Σχήμα 5.1- Κύκλος Ζωής BCM

- I. Πρόγραμμα Διαχείρισης BCM (BCM Programme Management)
- II. Κατανόηση του οργανισμού (Understanding the organization)
- III. Καθορισμός BCM Στρατηγικής (Determining BCM Strategy)
- IV. Ανάπτυξη και εφαρμογή απόκρισης BCM (Developing and implementing BCM response)
- V. Εκπαίδευση, συντήρηση και επιθεώρηση (Exercising, maintaining and reviewing)
- VI. Υιοθέτηση του BCM στην κουλτούρα του οργανισμού (Embedding BCM in the organization's culture)

Τα ανωτέρω έξι στάδια περιγράφονται κατωτέρω.

4.2.4.2 Πρόγραμμα Διαχείρισης BCM

Το πρόγραμμα διαχείρισης BCM (BCM programme management), που απεικονίζεται στο Σχήμα 5.2, αποτελεί το πρώτο στάδιο στον κύκλο ζωής BCM.



Σχήμα 5.2- BCP Programme Management

Η διαχείριση προγράμματος αποτελεί τον πυρήνα της διαδικασίας BCM. Η αποτελεσματική διαχείριση του προγράμματος αποτελεί το πρωταρχικό βήμα για τη διασφάλιση της συνέχειας ενός οργανισμού καθώς διασφαλίζεται ότι η διαδικασία του BCM εισάγεται σωστά, υποστηρίζεται επαρκώς και υιοθετείται ως μέρος της κουλτούρας του οργανισμού.

Το πρόγραμμα BCM πρέπει να ανταποκρίνεται στις Αρχές που καθορίζονται από την πολιτική επιχειρησιακής συνέχειας. Η πολιτική αυτή παρέχει στον οργανισμό καταγεγραμμένες αρχές τις οποίες αποδέχεται ο οργανισμός και με βάση τις οποίες καθορίζεται η επιχειρησιακή συνέχεια του οργανισμού. Όταν αναπτύσσεται η πολιτική BCM, ο οργανισμός οφείλει να λαμβάνει υπόψη τα ακόλουθα:

- Να καθορίζεται ο σκοπός του BCM εντός του οργανισμού
- Να καθορίζεται η διάθεση πόρων για το BCM
- Να καθορίζονται οι Αρχές του BCM, οι οδηγίες και τα ελάχιστα πρότυπα και όρια για τον οργανισμό
- Να γίνεται αναφορά σε όλα τα σχετικά πρότυπα, κανονισμούς ή ισχύουσες πολιτικές που ενδεχομένως λειτουργήσουν ως σημεία αναφοράς

Ο οργανισμός οφείλει να διατηρεί και να ανανεώνει τακτικά την πολιτική BCM, τις στρατηγικές, τα σχέδια και τις λύσεις που διαθέτει, λαμβάνοντας υπόψη τις ανάγκες του ανάλογα με την κατάσταση. Μέσω της πολιτικής BCM πρέπει να καθορίζονται εμφανώς περιορισμοί ή εξαιρέσεις που ενδεχομένως αφορούν γεωγραφικούς περιορισμούς ή περιορισμούς προϊόντων.

Προκειμένου, λοιπόν, να επιτευχθούν οι στόχοι που ορίζει η πολιτική επιχειρησιακής συνέχειας, το πρόγραμμα διαχείρισης BCM αποτελείται από τρία στάδια.

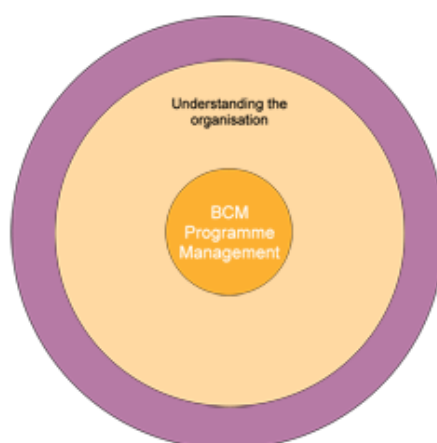
Το πρώτο στάδιο αφορά το καθορισμό υποχρεώσεων. Ο καθορισμός υποχρεώσεων αφορά το διορισμό ατόμων με την κατάλληλη εκπαίδευση και δικαιοδοσία που είναι υπόλογοι για την BCM πολιτική και την εφαρμογή του καθώς και για την εφαρμογή και συντήρηση του BCM προγράμματος.

Το δεύτερο στάδιο αφορά την εφαρμογή της επιχειρησιακής συνέχειας στον οργανισμό. Στις ενέργειες εφαρμογής προγράμματος επιχειρησιακής συνέχειας πρέπει να περιλαμβάνεται ο σχεδιασμός, η κατασκευή και η εφαρμογή του προγράμματος. Στο πλαίσιο αυτό ο οργανισμός οφείλει να επικοινωνεί το πρόγραμμα με τους μετόχους, να παρέχει κατάλληλη εκπαίδευση στο προσωπικό και να ελέγχει τη δυνατότητα επιχειρησιακής συνέχειας (όπως θα αναλυθεί κατωτέρω).

Το τρίτο στάδιο αφορά τις ενέργειες που εκτελούνται κατά τη διάρκεια της διαχείρισης και της λειτουργίας του οργανισμού. Οι ενέργειες αυτές πρέπει να διασφαλίζουν ότι η επιχειρησιακή συνέχεια ενσωματώνεται στις λειτουργίες του οργανισμού. Κάθε στοιχείο που σχετίζεται με τη δυνατότητα επιχειρησιακής συνέχειας του οργανισμού πρέπει να αναθεωρείται, ελέγχεται και ανανεώνεται. Επιπλέον, όλα τα σχέδια και οι ενέργειες που σχετίζονται με την επιχειρησιακή συνέχεια του οργανισμού πρέπει να ανανεώνονται όταν συμβαίνει οποιαδήποτε σημαντική αλλαγή που αφορά το λειτουργικό περιβάλλον, το προσωπικό, τις διαδικασίες και την τεχνολογία που χρησιμοποιείται, ή όταν ένα περιστατικό αναδεικνύει αστοχίες και αναποτελεσματικότητα. Σημαντική διαδικασία που πρέπει να πραγματοποιείται κατά τη λειτουργία του οργανισμού είναι η δημιουργία και η συνεχής ανανέωση εγγράφων που αφορούν το BCM (BCM Documentation).

4.2.4.3 Κατανόηση του οργανισμού

Στόχος του δεύτερου αυτού σταδίου του κύκλου ζωής BCM (Σχήμα 5.3) είναι να κατανοήσει ο οργανισμός τις λειτουργίες του μέσω του προσδιορισμού των βασικών προϊόντων και υπηρεσιών που προσφέρει και κυρίως των κρίσιμων ενεργειών που υποστηρίζουν την παροχή αυτής της υπηρεσίας ή προϊόντος. Μέσω του σταδίου αυτού διασφαλίζεται ότι το πρόγραμμα BCM ευθυγραμμίζεται με τους στόχους του οργανισμού, τα καθήκοντα του και τις νομικές του υποχρεώσεις.



Σχήμα 5.3- Κατανόηση του οργανισμού

Η κατανόηση του οργανισμού επιτυγχάνεται μέσω του προσδιορισμού των στόχων του οργανισμού, των καθηκόντων των μετόχων του, των νομικών του υποχρεώσεων καθώς και του περιβάλλοντος στο οποίο λειτουργεί. Επιπλέον, είναι σημαντικό να προσδιοριστούν οι ενέργειες, τα περιουσιακά στοιχεία και οι πόροι, συμπεριλαμβανομένων και αυτών εκτός του οργανισμού, που συμβάλλουν στην παροχή των προσφερόμενων προϊόντων και υπηρεσιών.

Βασική απαίτηση του σταδίου αυτού είναι ο καθορισμός και η καταγραφή των συνεπειών που θα προκαλέσει μια ενδεχόμενη βλάβη στην παροχή των προσφερόμενων προϊόντων/υπηρεσιών. Η διαδικασία αυτή είναι ευρύτερα γνωστή με τον όρο 'Ανάλυση Επιχειρησιακών Επιπτώσεων (Business Impact Analysis-BIA).

Στο πλαίσιο της BIA, για κάθε ενέργεια/διαδικασία που υποστηρίζει την παροχή του προσφερόμενου προϊόντος/υπηρεσίας, ο οργανισμός οφείλει να αξιολογεί σε τακτά χρονικά διαστήματα τις επιπτώσεις που θα προκληθούν αν η ενέργεια/διαδικασία για κάποιο λόγο διακοπεί.

Επιπλέον, είναι ζωτικό να καθοριστεί για κάθε διαδικασία η μέγιστη ανεκτή περίοδος διακοπής. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω του προσδιορισμού:

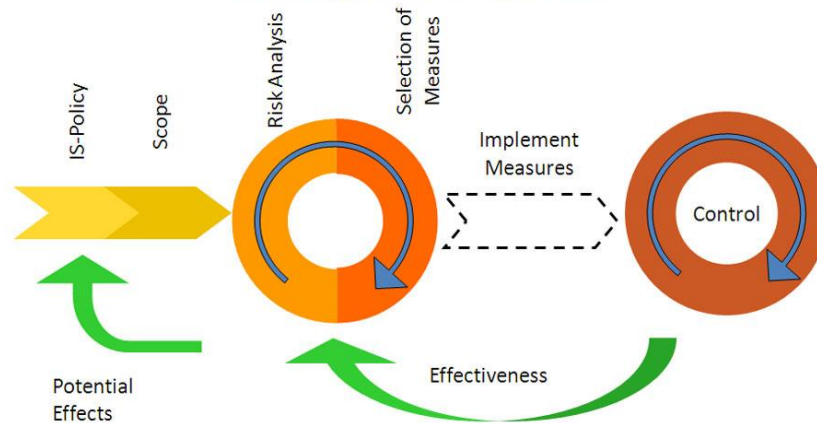
- της μέγιστης χρονικής περιόδου μετά την εκδήλωση της βλάβης που προκάλεσε τη διακοπή της διαδικασίας, εντός της οποίας η διαδικασία πρέπει να συνεχιστεί.
- του ελάχιστου επιπέδου στο οποίο επιτρέπεται να λειτουργήσει η διαδικασία μετά την επανεκκίνησή της
- τη χρονική περίοδο εντός της οποίας πρέπει να επανέλθει η διαδικασία σε φυσιολογικά επίπεδα λειτουργίας

επίσης, είναι σημαντικός ο προσδιορισμός αλληλεξαρτώμενων μεταξύ τους διαδικασιών, λειτουργιών, συστημάτων ή πόρων που θα επηρεαστούν από ενδεχόμενη βλάβη σε κάποιο άλλο στοιχείο του οργανισμού.

Μέσω του BIA ο οργανισμός έχει τη δυνατότητα να κατηγοριοποιήσει τις διαδικασίες του με κριτήριο την κρίσιμότητά τους. Διαδικασίες που επιφέρουν τις σημαντικότερες επιπτώσεις σε πολύ σύντομο διάστημα και επομένως πρέπει να αντιμετωπιστούν άμεσα ορίζονται ως κρίσιμες διαδικασίες (critical activities). Συνήθως, μια κρίσιμη διαδικασία υποστηρίζει ένα ή και περισσότερα κύρια προϊόντα ή υπηρεσίες. Αυτό δεν σημαίνει ότι δεν πρέπει να δοθεί προσοχή και στις υπόλοιπες διαδικασίες, καθώς οποιαδήποτε διαδικασία πρέπει να ανακάπτει εντός της μέγιστης ανεκτής περιόδου.

Στο πλαίσιο του BCM πρέπει να καθοριστούν τα επίπεδα επικινδυνότητας σε σχέση πάντα με τις κρίσιμες διαδικασίες του οργανισμού και τον κίνδυνο διακοπής που ενδεχομένως να αντιμετωπίζουν. Οι κρίσιμες διαδικασίες υποστηρίζονται από πόρους όπως προσωπικό, εγκαταστάσεις, προμηθευτές, η τεχνολογία που χρησιμοποιείται και οι μέτοχοι. Ο οργανισμός οφείλει να κατανοήσει τις απειλές στους ανωτέρω πόρους, τις αδυναμίες που έχουν και τις επιπτώσεις που θα προκληθούν αν μια απειλή εξελισσόταν σε περιστατικό που προκαλούσε τη διακοπή της λειτουργίας του οργανισμού. Στο πρότυπο ISO/IEC 27001 ορίζεται αναλυτικά το πλαίσιο στο οποίο ένας οργανισμός υλοποιεί την Αξιολόγηση Επικινδυνότητας (risk assessment). Συνοπτικά, τα βασικά στάδια της Αξιολόγησης επικινδυνότητας απεικονίζονται στο Σχήμα 5.4.

ISO 27001 Information Security Management system



Σχήμα 5.4- Αξιολόγηση Επικινδυνότητας σύμφωνα με το ISO 27001

Αρχικά, οργανισμός πρέπει να καθορίσει ο τις συνθήκες υπό τις οποίες σε θέση να αντιμετωπίσει κινδύνους και να οριστούν τα αποδεκτά επίπεδα για τους κινδύνους αυτούς(IS Policy –Scope).

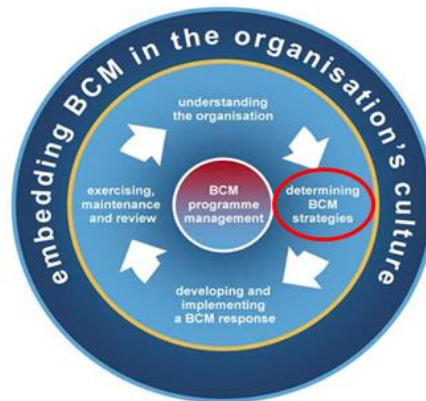
Στη συνέχεια, ακολουθεί η ανάλυση των κινδύνων (Risk Analysis). Οι κίνδυνοι διαχωρίζονται σε δύο κατηγορίες. Η πρώτη περιλαμβάνει απειλές (threats). Απειλές θεωρούνται περιστατικά ή ενέργειες, όπως μια φυσική καταστροφή ή διακοπή του ρεύματος, απουσία προσωπικού ή βλάβες στον εξοπλισμό, που θα μπορούσαν σε κάποιο βαθμό να προκαλέσουν επιπτώσεις στους πόρους του οργανισμού. Η δεύτερη κατηγορία περιλαμβάνει τις αδυναμίες (vulnerabilities). Αδυναμίες θεωρούνται τα τρωτά σημεία των πόρων, όπως ανεπάρκεια στην πυροπροστασία ή μεμονωμένες αστοχίες εξοπλισμού, που όμως μπορούν να διαχωριστούν από τις απειλές καθώς δεν είναι άμεσα επικίνδυνα για τη λειτουργία του οργανισμού. Υπάρχει μεγαλύτερος κίνδυνος να εμφανιστούν επιπτώσεις στη λειτουργία του οργανισμού εφόσον οι αδυναμίες εξελιχθούν σε απειλές.

Ως αποτέλεσμα των ΒΙΑ και της Αξιολόγησης Επικινδυνότητας ο οργανισμός λαμβάνει μέτρα που αποσκοπούν στην επιχειρησιακή του συνέχεια. Τα μέτρα αυτά αποσκοπούν στον περιορισμό της πιθανότητας πρόκλησης διακοπής στη λειτουργία των διαδικασιών του οργανισμού, τη μείωση της διάρκειας διακοπών και στον περιορισμό

των επιπτώσεων που έχει μια ενδεχόμενη διακοπή στη λειτουργία του οργανισμού και στα προϊόντα και υπηρεσίες που προσφέρει.

4.2.4.4 Καθορισμός Στρατηγικών BCM

Το στάδιο αυτό συνήθως ακολουθεί το στάδιο της κατανόησης του οργανισμού (Σχήμα 5.5).



Σχήμα 5.5-Καθορισμός στρατηγικών BCM

Ως αποτέλεσμα της ανάλυσης που προηγείται στον οργανισμό κατά τα προηγούμενα στάδια, ο οργανισμός είναι σε θέση να επιλέξει τις κατάλληλες στρατηγικές με σκοπό να ενισχυθεί η επιχειρησιακή του συνέχεια ώστε να είναι ικανός να ανταποκριθεί στους στόχους και τις υποχρεώσεις του. Οι στρατηγικές αυτές πρέπει να έχουν ως στόχο την εφαρμογή των κατάλληλων μέτρων με σκοπό τη μείωση της πιθανότητας εμφάνισης ενός περιστατικού ή έστω και τον περιορισμό των ενδεχόμενων βλαβών στον οργανισμό. Επιπλέον, ο οργανισμός οφείλει να λαμβάνει υπόψη την ανθεκτικότητα των διαδικασιών του, να εξασφαλίζει συνέχεια των κρίσιμων διαδικασιών του ακόμα και κατά την εμφάνιση ενός συμβάντος και, τέλος, να λαμβάνει υπόψη τις διαδικασίες που έχουν προσδιοριστεί ως κρίσιμες.

Η καταλληλότητα της στρατηγικής ή των στρατηγικών που θα εφαρμοστούν εξαρτάται από τρεις παράγοντες:

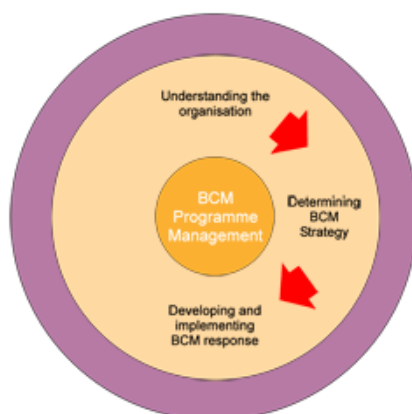
- τη μέγιστη ανεκτή περίοδο διακοπής των κρίσιμων διαδικασιών
- το κόστος εφαρμογής της διαδικασίας ή διαδικασιών
- τις συνέπειες από τη μη εφαρμογή κάποιας στρατηγικής.

Σε κάθε περίπτωση και αντίστοιχα με το είδος του προϊόντος ή της υπηρεσίας που προσφέρει, το μέγεθος και την δομή του, ένας οργανισμός μπορεί να υιοθετήσει διάφορες στρατηγικές. Δεν υπάρχει ενιαία καθολική λύση για όλους τους οργανισμούς. Λαμβάνονται κατάλληλες στρατηγικές για όλους του πόρους του οργανισμού, είτε πρόκειται για το προσωπικό, είτε για την εξασφάλιση των εγκαταστάσεων, της τεχνολογίας και του εξοπλισμού που χρησιμοποιείται, είτε για τη διασφάλιση των υποχρεώσεων του οργανισμού έναντι των προμηθευτών και των μετόχων του.

4.2.4.5 Ανάπτυξη και εφαρμογή απόκρισης BCM

Τα δύο προηγούμενα στάδια, αυτά της κατανόησης του οργανισμού και του καθορισμού των στρατηγικών BCM, έχουν ως σκοπό να προσδιοριστούν οι κρίσιμες διαδικασίες, να αξιολογηθούν οι απειλές που αντιμετωπίζουν οι κρίσιμες διαδικασίες, και τέλος, να επιλεγούν οι κατάλληλες στρατηγικές που εξασφαλίζουν τη συνέχεια ή την ανάκαμψη των κρίσιμων διαδικασιών.

Το επόμενο στάδιο του κύκλου ζωής του BCM (Σχήμα 5.6) περιλαμβάνει την ανάπτυξη και την εφαρμογή των κατάλληλων σχεδίων που θα διασφαλίσουν τη συνέχεια των κρίσιμων διαδικασιών αλλά και τη διαχείριση των περιστατικών.



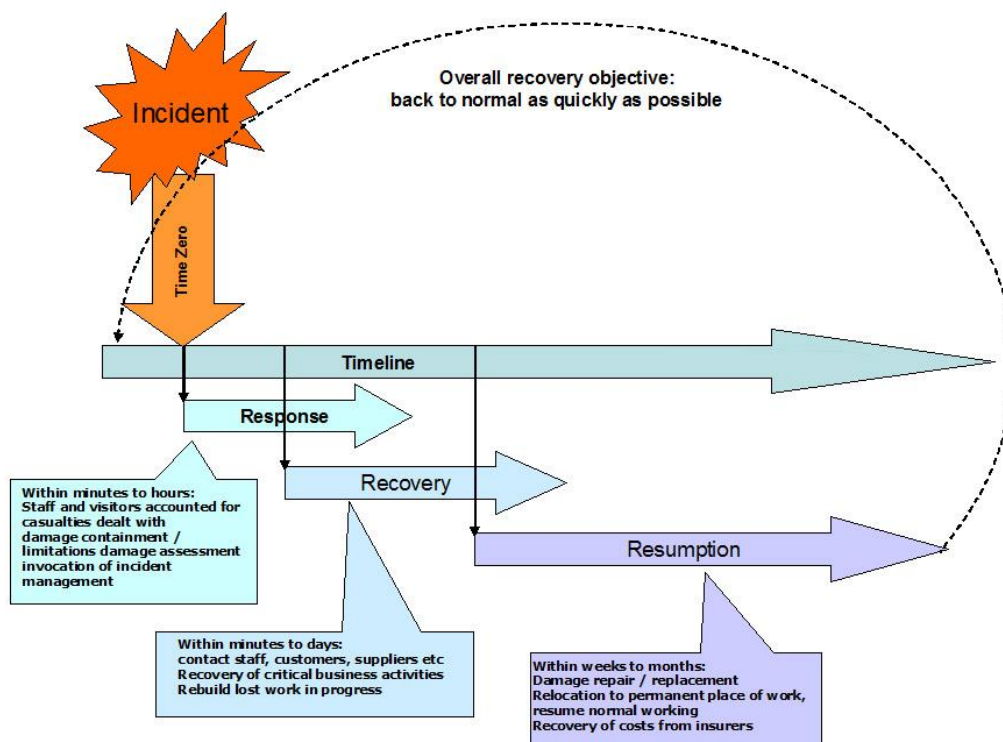
Σχήμα 5.6 – Ανάπτυξη και εφαρμογή BCM απόκρισης

Ο οργανισμός οφείλει να καθορίσει μια δομή για την απόκριση σε συμβάντα που θα επιτρέψει την αποδοτική και άμεση αντιμετώπιση και ανάκαμψη από βλάβες. Αναλυτικότερα, η δομή αυτή θα επιτρέπει στον οργανισμό τα εξής:

- να καθορίσουν τη φύση και την έκταση του περιστατικού
- να ελέγξουν την κατάσταση
- να περιορίσουν το περιστατικό
- να επικοινωνήσουν με τα ενδιαφερόμενα μέρη

Η δομή αυτή είναι αρμόδια να ενεργοποιήσει την κατάλληλη απόκριση για να εξασφαλιστεί η επιχειρησιακή συνέχεια. Η δομή αυτή συνήθως καλείται Ομάδα Διαχείρισης Περιστατικών (Incident Management Team-ICM) ή Ομάδα Διαχείρισης Κρίσεων (Crisis Management Team).

Το Σχήμα 5.7 απεικονίζει τα τρία κύρια στάδια εμφάνισης ενός περιστατικού σε σχέση με το χρόνο και την σχέση μεταξύ της διαχείρισης του περιστατικού και της επιχειρησιακής συνέχειας.



Σχήμα 5.7 –Χρονοδιάγραμμα Περιστατικού

Στο πρώτο στάδιο, αυτό της απόκρισης (response), εντός λεπτών ή ωρών, ελέγχεται το προσωπικό και επισκέπτες για θύματα, γίνεται μια πρώτη εκτίμηση των ζημιών που προκλήθηκαν και εκκινεί διαδικασία αντιμετώπισης των βλαβών. Στο δεύτερο στάδιο, αυτό της ανάκαμψης (recovery), εντός λεπτών-ημερών, πρέπει να έχει γίνει ανάκαμψη των κρίσιμων διαδικασιών και των διαδικασιών που εκτελούνταν όταν εμφανίστηκε το

περιστατικό. Στο τρίτο και τελευταίο στάδιο, αυτό της ανασύνδεσης (resumption), εντός εβδομάδων ή μηνών, πρέπει να έχουν γίνει όλες οι επισκευές των βλαβών, η επανεγκατάσταση του οργανισμού σε σταθερή τοποθεσία και η είσπραξη των δαπανών από τις ασφαλιστικές.

Οι οργανισμοί οφείλουν να αναπτύξουν συγκεκριμένα σχέδια (recovery plans) προκειμένου να ανακάμψουν και να συνεχιστεί η λειτουργία τους σε φυσιολογική κατάσταση. Για ορισμένα περιστατικά, όμως, ενδεχομένως να μην αμέσως είναι εφικτό να καθοριστεί το τι σημαίνει φυσιολογική κατάσταση ώστε να εφαρμοστούν άμεσα σχέδια ανάκαμψης με την εμφάνιση του περιστατικού, αλλά να πρέπει να παρέλθει ένα αρχικό χρονικό διάστημα. Ως εκ τούτου, οι οργανισμοί πρέπει να διασφαλίσουν την επιχειρησιακή τους συνέχεια ώστε να υπάρξει ο απαραίτητος χρόνος για να εφαρμοστούν τα σχέδια ανάκαμψης.

Τα σχέδια που υλοποιούν οι οργανισμοί διακρίνονται σε τρεις κύριες κατηγορίες. Σχέδια διαχείρισης περιστατικών (incident management plans), σχέδια επιχειρησιακής ανάκαμψης (business continuity plans) και σχέδια επιχειρησιακής συνέχειας (business recovery plans). Ανεξάρτητα από την κατηγορία στην οποία ανήκουν τα σχέδια, ο σκοπός κάθε σχεδίου πρέπει να είναι σαφώς ορισμένος, να τον έχει αποδεχτεί η διοίκηση του οργανισμού και να είναι κατανοητός από αυτούς οι οποίοι θα κληθούν να εφαρμόσουν το σχέδιο. Κάθε σχέδιο πρέπει να θέτει προτεραιότητες ως προς τις κρίσιμες διαδικασίες που πρέπει να ανακάμψουν, το χρονοδιάγραμμα εντός του οποίου πρέπει να ανακάμψουν, το επίπεδο ανάκαμψης που απαιτείται για κάθε διαδικασία και, τέλος, την κατάσταση στην οποία θα χρησιμοποιηθεί κάθε σχέδιο. Επιπλέον, βασικό είναι να οριστούν με σαφήνεια οι άνθρωποι και ρόλοι όσων συμμετέχουν σε αυτά τα σχέδια.

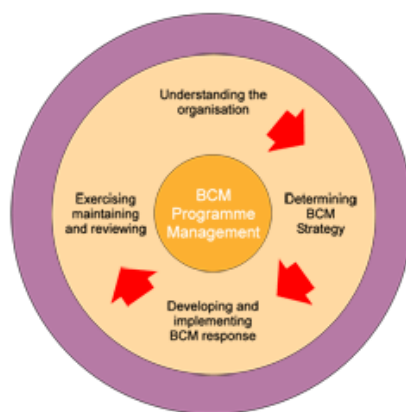
Συγκεκριμένα, στόχος του σχεδίου IMP είναι να διαχειριστεί ο οργανισμός την αρχική φάση εμφάνισης ενός περιστατικού σύμφωνα με το Σχήμα 5.7. Το IMP λαμβάνει υπόψη καταλόγους εργασιών για να διαχειριστεί τις άμεσες συνέπειες μιας επιχειρησιακής διακοπής. Οι εργασίες αυτές είναι τέτοιες ώστε να διασφαλίζεται η ασφάλεια των ανθρώπων του οργανισμού. Επιπλέον, οι εργασίες αυτές βασίζονται στα αποτελέσματα της ΒΙΑ και δομούνται με τρόπο ώστε να προσαρμόζονται στις

στρατηγικές που έχει επιλέξει ο οργανισμός και να βοηθούν ώστε να αποτραπούν περαιτέρω επιπτώσεις στις κρίσιμες διαδικασίες.

Αντίστοιχα, όπως έχει προαναφερθεί τα σχέδια επιχειρησιακής συνέχειας έχουν ως σκοπό να διασφαλίσουν ότι ο οργανισμός θα καταφέρει να ανακάμψει ή να διατηρήσει τη λειτουργία του σε φυσιολογικές συνθήκες, παρά την εμφάνιση κάποιου περιστατικού που απειλεί τη φυσιολογική λειτουργία του.

4.2.4.6 Εκπαίδευση, διατήρηση και αναθεώρηση συμφωνιών BCM

Τα σχέδια επιχειρησιακής συνέχειας και διαχείρισης περιστατικών δεν μπορούν να θεωρούνται αξιόπιστα αν δεν υπάρχει επαρκής εκπαίδευση του οργανισμού σε αυτά και αν δεν διατηρείται η συνέπεια τους με τις συνθήκες στις οποίες λειτουργεί ο οργανισμός. Η επαρκής εκπαίδευση του προσωπικού με βάση τις στρατηγικές που έχουν οριστεί είναι απαραίτητη ώστε να αναπτυχθεί ομαδικό πνεύμα, εμπιστοσύνη και εμπειρία, στοιχεία που είναι ζωτικής σημασίας για την αντιμετώπιση κινδύνων και περιστατικών. Το στάδιο κύκλου ζωής BCM αυτό (Σχήμα 5.8) διασφαλίζει ότι οι συμφωνίες του BCM επικυρώνονται μέσω της επαρκούς εκπαίδευσης και του συνεχούς ελέγχου και αναθεώρησης που διατηρούν το BCM επίκαιρο.



Σχήμα 5.8 – Εκπαίδευση, διατήρηση και αναθεώρηση συμφωνιών BCM

Όπως φανερώνει και ο τίτλος του, το στάδιο αυτό, αποτελείται από τρία υποστάδια. Το πρώτο υποστάδιο περιλαμβάνει την ανάπτυξη και εφαρμογή προγραμμάτων εκπαίδευσης του προσωπικού ώστε όταν απαιτηθεί να διασφαλιστεί ότι το BCP θα εξελιχθεί όπως αναμένεται.

Το δεύτερο υποστάδιο περιλαμβάνει τη διατήρηση των συμφωνιών BCM. Στο υποστάδιο αυτό ορίζεται με σαφήνεια και καταγράφεται το πρόγραμμα διατήρησης BCM. Το πρόγραμμα αυτό διασφαλίζει ότι οποιαδήποτε αλλαγή (είτε εσωτερική είτε εξωτερική) που έχει αντίκτυπο στη λειτουργία του οργανισμού συνυπολογίζεται σε σχέση με το BCM. Επιπλέον, προσδιορίζονται η εξάρτηση και η επιρροή στο BCM από ενδεχόμενα νέα προϊόντα ή υπηρεσίες που προσφέρει ο οργανισμός.

Ως αποτέλεσμα της διαδικασίας διατήρησης BCM διασφαλίζονται τα εξής:

- υπάρχουν καταγεγραμμένες αποδείξεις της προληπτικής διαχείρισης του προγράμματος επιχειρησιακής συνέχειας του οργανισμού
- οι υπεύθυνοι άνθρωποι για την εφαρμογή της στρατηγικής BCM είναι εκπαιδευμένοι και ικανοί
- υπάρχει συνεχής παρακολούθηση και έλεγχος στο μέτρο του δυνατού των κινδύνων που αντιμετωπίζει ο οργανισμός
- υπάρχουν καταγεγραμμένες αποδείξεις ότι οποιαδήποτε αλλαγή έχει προκύψει στη λειτουργία του οργανισμού, τη δομή του, το προσωπικό του, στα προσφερόμενα προϊόντα και υπηρεσίες έχει ενσωματωθεί στα σχέδια επιχειρησιακής συνέχειας και διαχείρισης περιστατικών του οργανισμού.

Τελευταίο υποστάδιο του συγκεκριμένου σταδίου είναι η αναθεώρηση των συμφωνιών BCM. Είναι πολύ σημαντικό το BCM να ελέγχεται και να ανανεώνεται συνεχώς ώστε να διασφαλίζεται ότι παραμένει συνεχώς κατάλληλο, επαρκές, αποτελεσματικό και επίκαιρο. Επιπλέον, πρέπει να επιβεβαιώνεται συνεχώς ότι οι πρακτικές και οι στρατηγικές είναι σύμφωνες με τη νομοθεσία και με τις ισχύουσες οδηγίες. Η ικανότητα του οργανισμού να ανακάμψει από περιστατικά πρέπει να ελέγχεται και να αξιολογείται συνεχώς, τόσο από τον ίδιο τον οργανισμό όσο και από εξωτερικούς ελεγκτές, λαμβάνοντας υπόψη τα βιομηχανικά πρότυπα, τις νομοθεσίες και τις καλές πρακτικές.

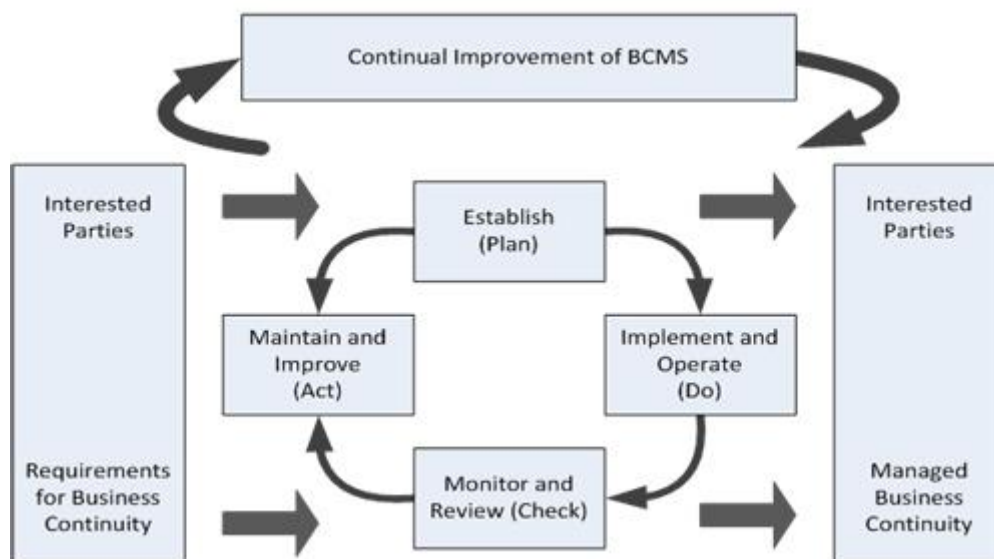
4.2.4.7 Υιοθέτηση του BCM στην κουλτούρα του οργανισμού

Όλα τα ανωτέρω στάδια του κύκλου ζωής BCM δεν θα έχουν κανένα νόημα αν η επιχειρησιακή συνέχεια δεν γίνει βασικός πυρήνας των αρχών και αξιών με βάση τις

οποίες οργανώνεται και διοικείται ένας οργανισμός και δεν ενσωματωθεί στην κουλτούρα του οργανισμού. Ένας οργανισμός με αποδοτικό BCM αυξάνει την ανθεκτικότητά του και ελαχιστοποιεί τις συνέπειες που θα έχει μια ενδεχόμενη βλάβη στη λειτουργία του, καθώς το BCM λαμβάνεται υπόψη σε αποφάσεις καθ' όλη τη λειτουργία του οργανισμού και σε όλα τα επίπεδα. Το προσωπικό οφείλει να ενημερώνεται και να εκπαιδεύεται συνεχώς σχετικά με τη στρατηγική BCM του οργανισμού.

4.2.4.8 Σύνοψη για BCM

Η λειτουργία του συστήματος BCM συνοψίζεται στο μοντέλο PDCA (Plan-Do-Check-Act) που απεικονίζεται στο Σχήμα 5.9.



Σχήμα 5.9 – Μοντέλο PDCA που εφαρμόζεται στη διαδικασία BCM

Σχεδιασμός: Καθορίζονται οι πολιτικές επιχειρησιακής συνέχειας, οι στόχοι και οι διαδικασίες που σχετίζονται με τη διαχείριση των κινδύνων και τη βελτίωση της επιχειρησιακής συνέχειας με σκοπό τα προσφερόμενα προϊόντα και υπηρεσίες να είναι σύμφωνα με τις αρχές, τις υποχρεώσεις και τους στόχους του οργανισμού.

Εκτέλεση: Εφαρμογή και λειτουργία των πολιτικών και στρατηγικών (Do) επιχειρησιακής συνέχειας όπως προέκυψαν από το προηγούμενο βήμα.

Έλεγχος: Παρακολούθηση και αναθεώρηση της απόδοσης σε σχέση με τις (Check) στρατηγικές επιχειρησιακής συνέχειας. Αναφορά των αποτελεσμάτων στη διοίκηση για αναθεώρηση και προσδιορισμός των ενεργειών με σκοπό τη βελτίωση και την διαρκή ενημέρωση του BCM.

Πράξη: Συντήρηση και βελτίωση του BCM με την λήψη διορθωτικών και (Act) προληπτικών μέτρων που βασίζονται στο αποτέλεσμα του προηγούμενου σταδίου.

Στο πλαίσιο της Δημόσιας Διαβούλευσης της Ε.Ε.Τ.Τ. ορίζεται ότι προκειμένου να διασφαλίζουν οι πάροχοι τη διαθεσιμότητα των δημοσίων τηλεφωνικών υπηρεσιών σε περίπτωση ανωτέρας βίας και την αδιάλειπτη πρόσβαση σε υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης οφείλουν να υλοποιούν:

- α) Ανάλυση Επιχειρησιακών Επιπτώσεων,
- β) Αξιολόγηση Επικινδυνότητας,
- γ) Σχέδιο Επιχειρησιακής Συνέχειας και
- δ) Σχέδιο Ανάκαμψης από Καταστροφή

Αναλυτικότερα, ως προς το Σχέδιο Ανάκαμψης από Καταστροφή, οι πάροχοι πρέπει να ορίζουν τα εξής:

- I. Το προσωπικό που εμπλέκεται στην εκτέλεση του Σχεδίου Ανάκαμψης από Καταστροφή καθώς και τους ρόλους και τις αρμοδιότητες αυτού.
- II. Τις συνθήκες κατά τις οποίες ενεργοποιείται το Σχέδιο Ανάκαμψης από Καταστροφή και το εξουσιοδοτημένο για την ενεργοποίησή του προσωπικό,
- III. Τις διαδικασίες διάχυσης πληροφορίας στο αρμόδιο προσωπικό.
- IV. Τις διαδικασίες για την ανάλυση και εκτίμηση του προβλήματος.
- V. Τις ενέργειες που πρέπει να ληφθούν με προτεραιοποίησή τους, τις διαδικασίες και τους πόρους που απαιτούνται για την αποκατάσταση του δικτύου και των υπηρεσιών και χρονοδιάγραμμα υλοποίησης,

- VI. Τους πόρους και τα στοιχεία επικοινωνίας του εμπλεκόμενου προσωπικού.
- VII. Τους τρόπους και τα στοιχεία επικοινωνίας του προσωπικού του παρόχου με τεχνικούς, προμηθευτές, εργολάβους του παρόχου, με παρόχους άλλων δικτύων, με τις αρμόδιες Αρχές και διαδικασίες συνεργασίας μεταξύ τους
- VIII. Αξιολόγηση των μέτρων που λήφθηκαν για την επίλυση συγκεκριμένου προβλήματος.

Επιπλέον, ο πάροχος καθορίζει διαδικασίες αναθεώρησης του Σχεδίου Ανάκαμψης από Καταστροφή και ορίζει το προσωπικό που θα είναι υπεύθυνο για την εκπόνηση και την αναθεώρηση του Σχεδίου Ανάκαμψης από Καταστροφή.

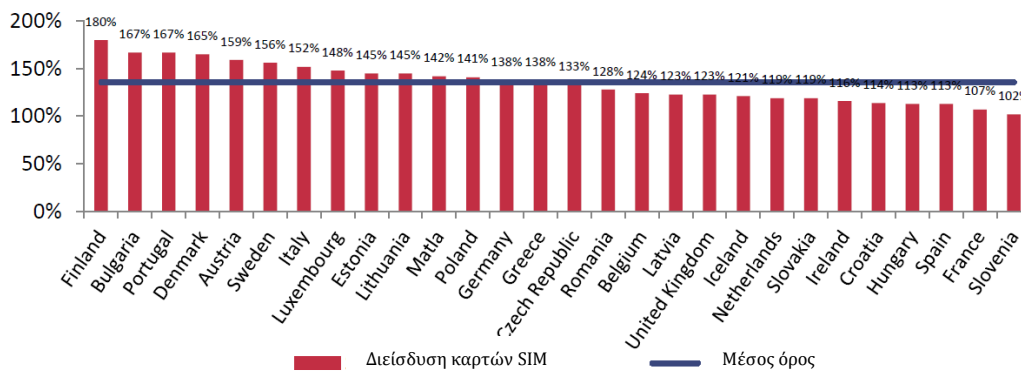
Ο πάροχος οφείλει να διενεργεί περιοδικά δοκιμές του Σχεδίου Ανάκαμψης από Καταστροφή ώστε να εξασφαλίζει ότι τα κείμενα του Σχεδίου Ανάκαμψης είναι ενημερωμένα, οι εμπλεκόμενοι στην εκτέλεση του Σχεδίου είναι εκπαιδευμένοι και οι διαδικασίες που περιγράφονται στο Σχέδιο για την ανάκαμψη των επιχειρησιακών λειτουργιών είναι έγκυρες και αποτελεσματικές.

Τέλος, για εύλογο χρονικό διάστημα ο πάροχος διατηρεί καταγεγραμμένα τα ακόλουθα: α) περιγραφή της εφαρμοσθείσας μεθοδολογίας εκπόνησης του Σχεδίου Ανάκαμψης από Καταστροφή, β) τα αποτελέσματα του Σχεδίου Ανάκαμψης από Καταστροφή, γ) τα προτεινόμενα μέτρα, δ) τα ενδιάμεσα αποτελέσματα όλων των σταδίων εκπόνησης του ανωτέρω σχεδίου προκειμένου όλη η διαδικασία να είναι τεκμηριωμένη και πλήρης.

4.2.5 Εθνική Περιαγωγή Κινητών Δικτύων

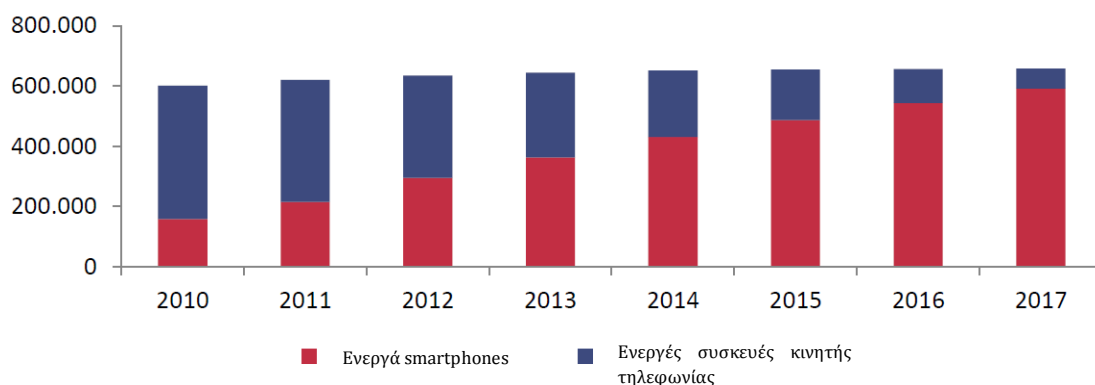
4.2.5.1 Εισαγωγή στην Εθνική Περιαγωγή

Αναμφισβήτητα, οι κινητές επικοινωνίες αποτελούν πλέον αναπόσπαστο τμήμα της καθημερινής ζωής των σύγχρονων ανθρώπων. Σε λιγότερο από 30 έτη έχουν υπερβεί την παραδοσιακή σταθερή τηλεφωνία. Το Σχήμα 5.10 δίδει μια αντιπροσωπευτική απεικόνιση της διεύδυσης των κινητών επικοινωνιών. Η χρήση καρτών SIM έχει υπερβεί το 100% του πληθυσμού των κρατών-μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης, ενώ αναμένεται ότι οι κινητές επικοινωνίες θα συνεχίσουν να αναπτύσσονται κατά τα επόμενα έτη.



Σχήμα 5.10 – Διείσδυση καρτών SIM στην Ευρωπαϊκή Ένωση (3^ο τετράμηνο 2012)

Σύμφωνα με έρευνες, οι χρήστες κινητών τηλεφώνων επιθυμούν να ελέγχουν τα κινητά τους τηλέφωνα περίπου κάθε 6 λεπτά ενώ μερικοί επιθυμούν να τα ελέγχουν μέχρι και 150 φορές την ημέρα. Με την εισαγωγή των smartphones, η χρήση των κινητών τηλεφώνων θα συνεχίσει να αυξάνεται καθώς τα smartphones προσφέρουν μια σειρά ελκυστικών λειτουργιών και υπηρεσιών. Συγκεκριμένα και όπως απεικονίζεται και στο Σχήμα 5.11, μέχρι το 2017 αναμένεται ότι τα smartphones θα αποτελούν το 90% των συνολικών κινητών τηλεφώνων.



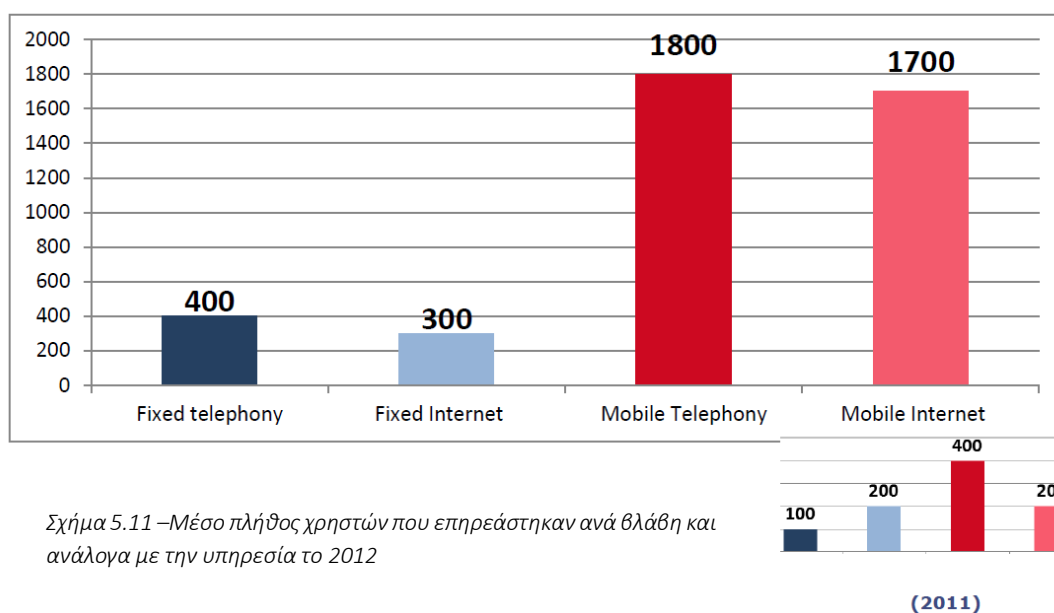
Σχήμα 5.11 – Τύποι κινητών τηλεφώνων στην Ευρώπη

Εκτός από την καθημερινή χρήση οι ηλεκτρονικές επικοινωνίες χρησιμοποιούνται επίσης και για την επικοινωνία Μηχανής με Μηχανή (M2M- Machine to Machine), όπου δύο συστήματα ανταλλάσσουν πληροφορίες χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση. Οι κινητές M2M επικοινωνίες βασίζονται σε δίκτυα 2G/2.5G/3G/3.5G/4G. και συναντώνται σε εφαρμογές αυτοματισμών, υγείας, έξυπνων μετρητών ενέργειας,

απομακρυσμένου ελέγχου και επιτήρησης και πολλές άλλες. Με βάση τα προαναφερθέντα αλλά και το ότι η επικοινωνία M2M αποτελεί θεμέλιο για την ανάπτυξη της 'Εξυπνης Πόλης', είναι φανερό ότι βλάβες στα δίκτυα κινητών επικοινωνιών μπορούν να προκαλέσουν πολύ σοβαρές επιπτώσεις στην οικονομία και την κοινωνία.

Οι βλάβες στα δίκτυα κινητών επικοινωνιών είναι αρκετά σύνηθες φαινόμενο. Το Σχήμα 5.12 απεικονίζει τους χρήστες που επηρεάζονται από βλάβες στα δίκτυα που έχουν αναφερθεί συνολικά στην Ευρωπαϊκή Ένωση το 2012 σύμφωνα με δεδομένα που έχει συλλέξει ο ENISA.

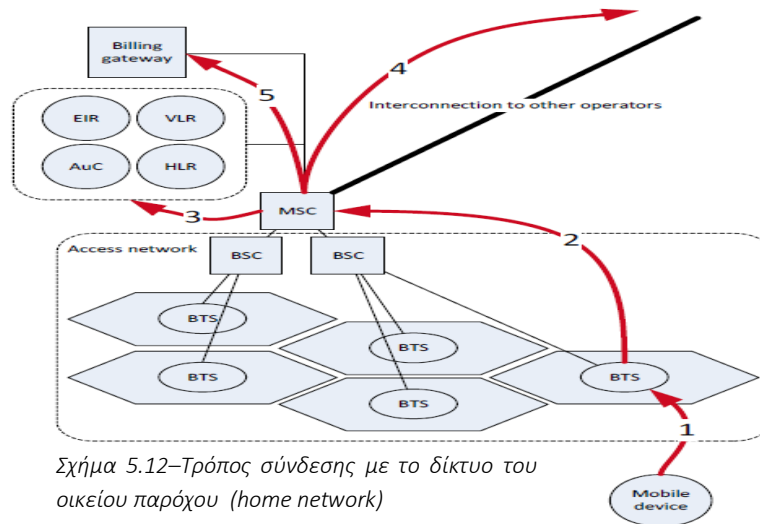
Το αποτελεσματικότερο μέτρο για τη διασφάλιση της αξιοπιστίας και της διαθεσιμότητας δικτύων κινητής τηλεφωνίας ακόμα και σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης είναι η εφαρμογή λύσεων περιαγωγής μεταξύ των παρόχων υπηρεσιών κινητής τηλεφωνίας.



4.2.5.2. Τρόπος λειτουργίας περιαγωγής

Αρχικά, θα γίνει συνοπτική παρουσίαση των στοιχείων που οργανώνουν ένα δίκτυο κινητής τηλεφωνίας, του τρόπου με τον οποίο υπό φυσιολογικές συνθήκες ένας χρήστης συνδέεται στον πάροχό του και του τρόπου με τον οποίο εγκαθίσταται μια κλήση.

Οι αρχιτεκτονικές των δικτύων και οι τηλεπικοινωνιακές τεχνολογίες μεταβάλλονται και εξελίσσονται συνεχώς αλλά και διαφοροποιούνται από τον ένα πάροχο στον άλλο. Στο Σχήμα 5.12 παρουσιάζονται συνοπτικά τα βήματα που αντιστοιχούν σε συνδρομητή υπηρεσιών κινητής τηλεφωνίας που επιθυμεί να πραγματοποιήσει μια κλήση.



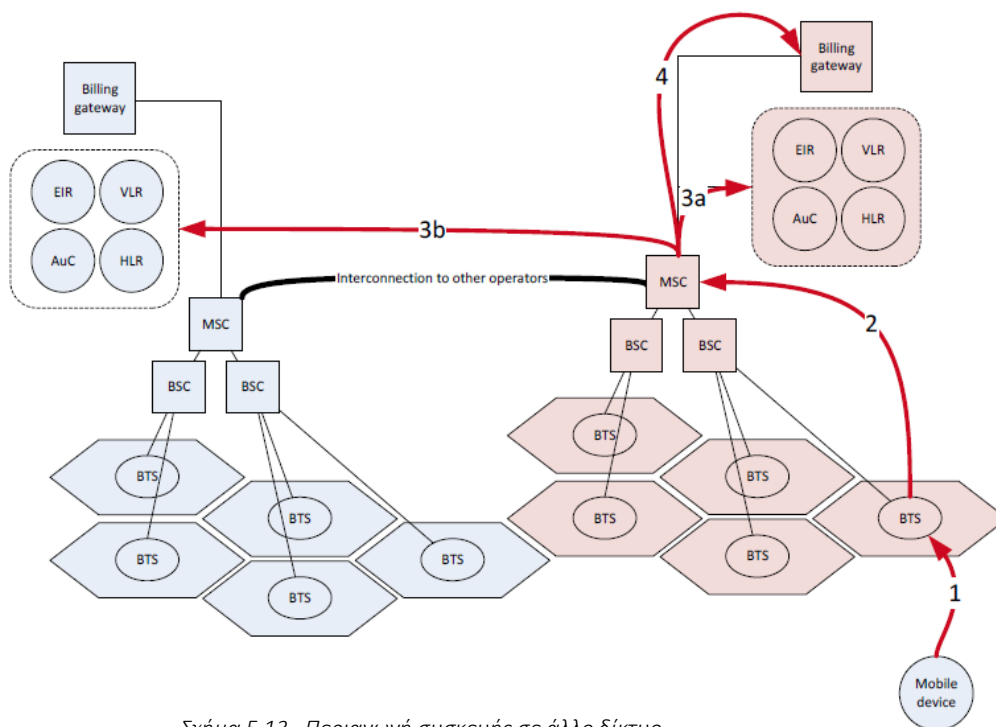
Σχήμα 5.12–Τρόπος σύνδεσης με το δίκτυο του οικείου παρόχου (home network)

1. Η συσκευή κινητής τηλεφωνίας (mobile device) του συνδρομητή εντοπίζει εντός της εμβέλειάς της έναν σταθμό βάσης κινητής τηλεφωνίας (Base Transceiver Station-BTS) για να συνδεθεί. Η συσκευή αποστέλλει στον σταθμό βάσης την ταυτότητα της κάρτας SIM (International Mobile Subscriber identity-IMSI). Επιπλέον, η συσκευή ζητεί την καταγραφή της θέσης της προκειμένου να μπορεί να χρησιμοποιήσει τις υπηρεσίες κινητής τηλεφωνίας.
2. Ο σταθμός βάσης (BTS) προωθεί το αίτημα στον ελεγκτή του σταθμού βάσης (Base Station Controller-BSC) και τελικά στα κέντρα μεταγωγής κινητής τηλεφωνίας (Mobile Switching Center-MSC)
3. Το MSC ταυτοποιεί τη συσκευή με βάση την IMSI που του έχει σταλεί και ελέγχει αν ο χρήστης μπορεί να συνδεθεί και ποιές υπηρεσίες του είναι διαθέσιμες, ελέγχοντας αν η IMSI υπάρχει στο οικείο μητρώο θέσης (Home Location Register-HLR). Στο επόμενο βήμα, το MSC ελέγχει αν το είδος της υπηρεσίας είναι διαθέσιμο στο χρήστη (π.χ. αν έχει πίστωση) και προχωρεί ανάλογα στην αποδοχή ή όχι του αιτήματος.

Στο ανωτέρω παράδειγμα η συσκευή συνδέθηκε με το σταθμό βάσης του οικείου του παρόχου (home network-home operator). Ενδεχομένως (βήμα 4), θα μπορούσε να συνδεθεί με δίκτυο άλλου παρόχου.

Η δυνηθέστερη πρακτική που χρησιμοποιούν οι πάροχοι κινητών υπηρεσιών στην Ευρωπαϊκή Ένωση είναι οι περισσότερες περιοχές να καλύπτονται από σταθμούς βάσης περισσότερων παρόχων. Σε μερικές περιπτώσεις υπάρχει το ενδεχόμενο, η συσκευή να είναι εκτός εμβέλειας του οικείου δικτύου και εντός εμβέλειας δικτύων άλλων παρόχων. Στην περίπτωση αυτή, η συσκευή προσπαθεί να επιλέξει ένα κατάλληλο δίκτυο και να αιτηθεί την καταχώριση θέσης στο δίκτυο που επισκέφτηκε (Visited Location Register-VLR).

Η περιαγωγή λειτουργεί με αντίστοιχο τρόπο. Το Σχήμα 5.13 απεικονίζει τον τρόπο περιαγωγής μια συσκευής σε δίκτυο άλλου παρόχου. Ως περιαγωγή ορίζεται η παροχή υπηρεσιών κινητών τηλεπικοινωνιών από πάροχο που δεν είναι ο οικείος πάροχος. Η πλέον διαδεδομένη μορφή περιαγωγής είναι η διεθνής περιαγωγή, μέσω της οποίας επιτρέπεται στους χρήστες να χρησιμοποιούν τα κινητά τους τηλέφωνα όταν βρίσκονται στο εξωτερικό. Η εθνική περιαγωγή αφορά την περιαγωγή σε δίκτυο παρόχου εντός της ίδιας χώρας. Το δίκτυο που δεν είναι το οικείο και στο οποίο η συσκευή κινητής τηλεφωνίας προσπαθεί να συνδεθεί καλείται επισκεπτόμενο δίκτυο.



Σχήμα 5.13– Περιαγωγή συσκευής σε άλλο δίκτυο

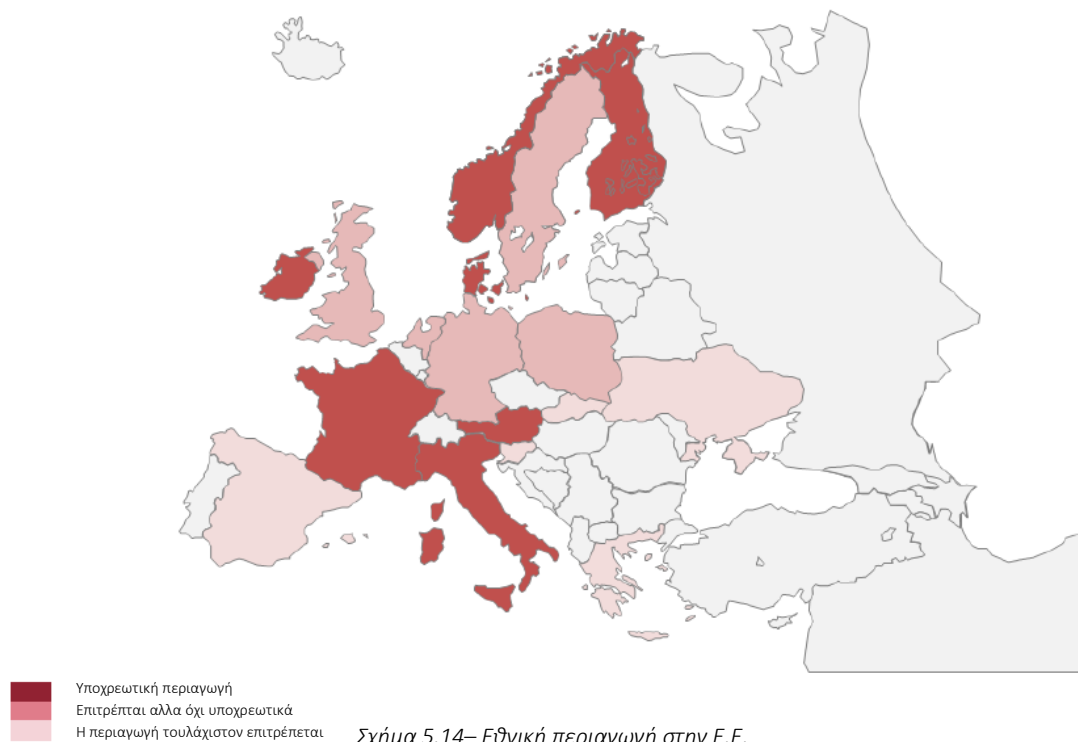
Η περιαγωγή λειτουργεί με τον τρόπο που απεικονίζεται στο Σχήμα 5.13.

1. Η συσκευή (μπλέ χρώμα) εντοπίζει ένα σταθμό βάσης (BTS) παρόχου εντός της εμβέλειάς της (στοιχεία με ροζ χρώμα) και ζητεί να συνδεθεί σε αυτόν. Η συσκευή αποστέλλει το IMSI της κάρτας SIM στο σταθμό βάσης προκειμένου να εγγραφεί σε αυτόν. Επιπλέον, η συσκευή ζητεί καταγραφή της θέσης της, προκειμένου να μπορέσει να χρησιμοποιήσει υπηρεσίες κινητής τηλεφωνίας.
2. Ο σταθμός βάσης (BTS) προωθεί την αίτηση στο BCS και τελικά στο MSC του επισκεπτόμενου δικτύου.
3. Στο σημείο αυτό τα βήματα διαφέρουν από αυτά της σύνδεσης με το δίκτυο του οικείου παρόχου ως εξής:
 - a. το MSC του επισκεπτόμενου παρόχου προσπαθεί να εντοπίσει την IMSI στο HLR του δικτύου του. Δεδομένου, όμως, ότι το IMSI έχει διατεθεί από διαφορετικό πάροχο δεν πρόκειται να το εντοπίσει.
 - b. Το MSC χρησιμοποιεί το IMSI για να εντοπίσει τον οικείο πάροχο της κάρτας SIM (στοιχεία με μπλε χρώμα). Για να εντοπίσει το οικείο δίκτυο βασίζεται στους κωδικούς κινητής τηλεφωνίας της χώρας και τους κωδικούς κινητής τηλεφωνίας των δικτύων. Αν οι πάροχοι μεταξύ τους

έχουν συμφωνία για περιαγωγή κλήσεων, το MSC επικοινωνεί με το HLR του οικείου παρόχου, πιστοποιεί τη συσκευή και ανακτά τα στοιχεία του χρήστη που τον ενδιαφέρουν. Τα στοιχεία αυτά τα αποθηκεύει στο μητρώο θέσης επισκεπτών (Visiting Location Register-VLR) του επισκεπτόμενου δικτύου. Το VLR διατηρεί προσωρινό αρχείο του συνδρομητή με σκοπό την περιαγωγή.

Συχνά, ο επισκεπτόμενος πάροχος χρεώνει περισσότερα από όσα θα χρέωνε κανονικά ο οικείος πάροχος (βήμα 4). Αυτό τό επιπλέον κόστος καλείται κόστος περιαγωγής. Επανειλημμένα, οργανώσεις καταναλωτών και κυβερνήσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης έχουν λάβει νομοθετικά και ρυθμιστικά βήματα με σκοπό να μειωθούν τα κόστη περιαγωγής.

Σε πολλές χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, η εθνική περιαγωγή επιβάλλεται από τις Εθνικές Ρυθμιστικές Αρχές προκειμένου να ενισχυθεί και να παρακινηθεί ο ανταγωνισμός μέσω της διευκόλυνσης νέων παικτών στην αγορά που θα είχαν τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσουν τα υπάρχοντα δίκτυα των υπόλοιπων παρόχων. Σε ορισμένες περιπτώσεις η εθνική περιαγωγή εφαρμόζεται σε εθελοντική βάση μεταξύ των παρόχων (υπό τη μορφή επιχειρησιακών συμφωνιών μεταξύ παρόχων), χωρίς παρέμβαση των Ρυθμιστικών Αρχών. Στο Σχήμα 5.14 συνοψίζει τα δεδομένα για την Ευρωπαϊκή Ένωση.



Ο Πίνακας 5.1 συνοψίζει τα διάφορα σχήματα εθνικής περιαγωγής που χρησιμοποιούνται τόσο στην Ευρωπαϊκή Ένωση όσο και εκτός Ε.Ε.

Πίνακας 5.1- Σχήματα Εθνικής Περιαγωγής

Εικονικός Πάροχος (MVNO):	Ο MVNO είναι ένας εικονικός πάροχος που δεν διαθέτει δικό του δίκτυο πρόσβασης. Ο MVNO έχει συμφωνίες με άλλους παρόχους προκειμένου οι πελάτες του να έχουν πρόσβαση σε εναλλακτικούς παρόχους ώστε να αντλούν δικούς τους πόρους.
Νέα είσοδος:	Αυτό το σχήμα εθνικής περιαγωγής αποσκοπεί στο να διευκολύνει την είσοδο νέων παικτών στην αγορά με σκοπό να αναπτυχθεί ο ανταγωνισμός. Ο νεοεισερχόμενος πάροχος πραγματοποιεί συμφωνία εθνικής περιαγωγής και έχει άμεση πλήρη γεωγραφική κάλυψη χωρίς υψηλή αρχική επένδυση. Τέτοιες συμφωνίες είναι συνήθως προσωρινές. Μια συνήθης εφαρμογή αυτού του σχήματος είναι όταν επιτρέπεται σε νέες άδειες 3G να χρησιμοποιήσουν το 2G δίκτυο άλλων παρόχων μέχρι να ολοκληρωθεί η νέα τους υποδομή. Στη Γαλλία χρησιμοποιείται ευρέως αυτό το σχήμα

Κάλυψη αγροτικών περιοχών :	<p>Σε αυτό το σχήμα ο πάροχος επεκτείνει την κάλυψή του σε αγροτικές περιοχές με πολύ μικρό πληθυσμό χρησιμοποιώντας εθνική περιαγωγή. Αυτό το σχήμα επιτρέπει σε μικρότερους παρόχους, που ενδεχομένως δεν μπορούν να καλύψουν το κόστος της κάλυψης εκτενών περιοχών με μικρή πληθυσμιακή πυκνότητα, να προσφέρουν υπηρεσίες σε αγροτικές περιοχές.</p> <p>Το ΆΡΘΡΟ 4 της Οδηγίας Νο 128/1999/ΕΚ παρέχει το νομικό πλαίσιο για αυτό: Έτα Κράτη Μέλη, μπορούν, όποτε είναι απαραίτητο, να αναλαμβάνουν δράσεις, σε συμφωνία με την Κοινοτική Νομοθεσία, ώστε να διασφαλίζουν την κάλυψη σε αραιότερο κατοικημένες περιοχές.</p> <p>Η Αυστραλία αποτελεί καλό παράδειγμα αυτής της τακτικής.</p>
Περιφερειακές άδειες	<p>Σε χώρες με περιφερειακές άδειες, η εθνική περιαγωγή μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τους παρόχους για να παρέχουν υπηρεσίες σε άλλες περιοχές. Έτσι, παρέχεται η δυνατότητα σε μικρότερους παρόχους να προσφέρουν υπηρεσίες σε όλο το εύρος της χώρας χωρίς όμως να καλύπτουν οι ίδιοι όλη τη χώρα.</p> <p>Αυτό το σχήμα είναι χρήσιμο σε χώρες με πολύ μεγάλη έκταση όπως η Ινδία, όπου η αγορά χωρίζεται σε περιφέρειες</p>
Κινητές υπηρεσίες εν πτήση /στη θάλασσα	<p>Ορισμένοι πάροχοι παρέχουν υπηρεσίες περιαγωγής για να επιτρέψουν στους πελάτες τους να χρησιμοποιήσουν υπηρεσίες κινητής τηλεφωνίας συνάπτοντας συμφωνίες με παρόχους δορυφορικών τηλεπικοινωνιών</p>
Περιαγωγή Εκτάκτων Αναγκών	<p>Συμφωνία περιαγωγής μπορεί να χρησιμοποιηθεί για λόγους ανθεκτικότητας υποστηρίζοντας την τηλεπικοινωνιακή κίνηση πελατών που έχουν υποστεί βλάβες.</p> <p>Η Σουηδία, η Η.Π.Α. η Καραϊβική και άλλες χώρες αποτελούν παραδείγματα χρήσης της εθνικής περιαγωγής για σκοπούς ανθεκτικότητας.</p>

4.2.5.3. Εθνική περιαγωγή για ανθεκτικότητα

Στο εδάφιο αυτό παρέχονται οι πέντε εναλλακτικές επιλογές εθνικής περιαγωγής που ως σκοπό έχουν την ενίσχυση της ανθεκτικότητας των δικτύων κινητής τηλεφωνίας. Για κάθε επιλογή, αναφέρονται τα πλεονεκτήματα, τα μειονεκτήματα και οι προκλήσεις στην εφαρμογή της.

4.2.5.3.1 Καθόλου εθνική περιαγωγή

Σύμφωνα με τη προσέγγιση αυτή, η εθνική περιαγωγή δεν αντιμετωπίζεται ως αντίβαρο των επιπτώσεων που προκαλεί μια βλάβη. Οι εθνικές ρυθμιστικές αρχές απλώς ευαισθητοποιούν του καταναλωτές για τη σημασία της ύπαρξης εφεδρικών λύσεων που θα μετριάσουν τις επιπτώσεις της απώλειας σύνδεσης με τον οικείο πάροχό τους.

Οι συνήθεις σχετικές λύσεις είναι οι εξής:

- Ύπαρξη δπλών (dual) ή εφεδρικών καρτών SIM. Με το να είναι ο καταναλωτής εγγεγραμμένος σε περισσότερους του ενός παρόχους, ο κίνδυνος διακοπής της σύνδεσης μοιράζεται σε δύο ή περισσότερους παρόχους.
- SIM άλλης χώρας. Οι πάροχοι άλλων χωρών έχουν συνήθως συμφωνίες περιαγωγής με περισσότερους του ενός παρόχους σχεδόν σε κάθε χώρα. Κατ' αυτόν τον τρόπο, μια διεθνής κάρτα επιτρέπει στον τελικό χρήστη να χρησιμοποιεί περισσότερα δίκτυα.
- Εναλλακτικές κινητές τηλεπικοινωνιακές υπηρεσίες όπως Wi-Fi, δορυφορικές και άλλες.

Αυτή η αντιμετώπιση δεν απαιτεί την εγκατάσταση ιδιαίτερου εξοπλισμού. Επιπλέον, το κόστος συνολικά αναλαμβάνεται από τον καταναλωτή ο οποίος διασφαλίζει τον εαυτό του ατομικά από το ενδεχόμενο διακοπής. Η αντιμετώπιση αυτή εξαρτάται αποκλειστικά από τον καταναλωτή και είναι στην ευχέρεια του αν θα την υιοθετήσει ή όχι.

Το κύριο πλεονέκτημα της προσέγγισης αυτής είναι ότι δεν απαιτείται ιδιαίτερη υποδομή για την υποστήριξή της ή κάποια ιδιαίτερη νομική συμφωνία. Είναι στην

ευχέρεια κάθε καταναλωτή αν θα αναλάβει τα πρόσθετα έξοδα που απαιτούνται για να διασφαλιστεί από τις ενδεχόμενες επιπτώσεις μιας βλάβης.

Η υιοθέτηση, όμως, των ανωτέρω λύσεων δεν είναι ιδιαίτερα λειτουργική για τους καταναλωτές. Με την κατοχή διπλών καρτών SIM, ο καταναλωτής πρέπει να παρακολουθεί δύο τηλεφωνικούς αριθμούς. Η κάρτα SIM άλλης χώρας έχει πολύ μεγάλο κόστος. Επιπλέον, με χρήση τέτοιας κάρτας, είναι δυνατή η περιαγωγή μόνο σε συγκεκριμένους παρόχους, με τους οποίους ο οικείος πάροχος έχει διεθνείς συμφωνίες περιαγωγής. Τέλος, ορισμένες χώρες υποχρεώνουν τους πελάτες τους να έχουν διεύθυνση χρέωσης στη χώρα πριν να εγγραφούν σε υπηρεσίες κινητών τηλεπικοινωνιών, γεγονός που καθιστά την απόκτηση διεθνούς κάρτας SIM πολύ δύσκολη. Σχετικά με τις εναλλακτικές υπηρεσίες κινητών τηλεπικοινωνιών, οι υπάρχουσες υπηρεσίες δεν αποτελούν πλήρη εναλλακτική επιλογή. Οι δορυφορικές επικοινωνίες είναι πολύ ακριβές και το Wi-Fi είναι τοπική λύση.

4.2.5.3.2 Κατ' απαίτηση (ad-hoc) ενεργοποίηση περιαγωγής με χειροκίνητη επιλογή

Σύμφωνα με την προσέγγιση αυτή, ο χρήστης επιλέγει να ενεργοποιεί χειροκίνητα, την υπηρεσία περιαγωγής, έχοντας πλήρη επίγνωση ότι χρησιμοποιεί την υπηρεσία. Εντούτοις, το ότι ο χρήστης ενεργοποιεί χειροκίνητα την υπηρεσία δεν πρέπει να θεωρείται ότι συναινεί να πληρώσει πρόσθετα τέλη. Είναι αναγκαίο να είναι ενήμερος ο χρήστης για τα πρόσθετα τέλη της υπηρεσίας εθνικής περιαγωγής μέσω σαφών μηνυμάτων στη συσκευή του.

Βασικό πλεονέκτημα αυτής της επιλογής αποτελεί το μεγάλο εύρος καταναλωτών που μπορούν να επωφεληθούν. Κάθε καταναλωτής μπορεί χειροκίνητα να επιλέξει εναλλακτικά δίκτυα όταν το δίκτυο του οικείου παρόχου δεν είναι διαθέσιμο. Το κόστος αυτής της υπηρεσίας χρεώνεται απευθείας στον καταναλωτή με το που ενεργοποιεί χειροκίνητα την υπηρεσία. Ο καταναλωτής ενημερώνεται με μήνυμα σχετικά με τα πρόσθετα τέλη που θα επωμιστεί.

Μεγάλο μειονέκτημα και πρόκληση αυτής της λύσης αποτελούν οι ρήξεις στην αγορά που ενδεχομένως να προκληθούν. Είναι πολύ πιθανό να μειωθεί η προθυμία των

παρόχων να λάβουν μέτρα που θα ενισχύσουν την ανθεκτικότητα των δικτύων τους αφού με την ανωτέρω επιλογή βασίζονται στα δίκτυα των ανταγωνιστών τους για την αντιμετώπιση βλαβών μεταθέτοντας στους καταναλωτές το κόστος της υπηρεσίας περιαγωγής. Για το λόγο αυτόν είναι σημαντικό να καθοριστούν τα όρια σε όρους πλήθους συνδρομητών που επηρεάζονται, περιοχών που επηρεάζονται, αναμενόμενης διάρκειας διακοπής κ.τ.λ., σύμφωνα με τα οποία οι πάροχοι θα μπορούν να ενεργοποιούν την υπηρεσία μόνο σε πολύ κρίσιμες περιπτώσεις. Επιπλέον, αν μεγάλο πλήθος καταναλωτών υιοθετήσει τη λύση αυτή, είναι πολύ πιθανό να προκληθεί υπερφόρτωση στο δίκτυο και να απειληθεί το επίπεδο ποιότητας που λαμβάνουν οι αυθεντικοί συνδρομητές του επισκεπτόμενου δικτύου. Τέλος, η λύση αυτή δεν αντιπροσωπεύει την καταλληλότερη λύση για την επικοινωνία Μηχανής με Μηχανή. Όντως, με τη χειροκίνητη επιλογή, η κάρτα SIM βρίσκεται στη συσκευή. Επομένως, δεν θα έχει τη δυνατότητα να αλλάξει δίκτυο χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση.

4.2.5.3 Αυτόματη περιαγωγή για συγκεκριμένο πλήθος καρτών SIM

Σύμφωνα με την τρίτη προσέγγιση εθνικής περιαγωγής, είναι ενεργό μόνο ένα συγκεκριμένο πλήθος καρτών SIM. Οι χρήστες και ο τρόπος χρήσης ελέγχονται από την εθνική ρυθμιστική αρχή. Οι κάρτες SIM διανέμονται από τη ρυθμιστική αρχή σε συγκεκριμένους χρήστες που έχουν καθοριστεί σύμφωνα με το εθνικό σχέδιο αξιολόγησης κινδύνου με την έναρξη κάποιας βλάβης και πρέπει να επιστραφούν στη ρυθμιστική αρχή με το τέλος της βλάβης. Με τον έλεγχο της διανομής και της χρήσης των καρτών SIM αποκλειστικά από τη ρυθμιστική αρχή, διασφαλίζεται η αξιοποίηση της εθνικής περιαγωγής μόνο για λόγους ανθεκτικότητας.

Η συγκεκριμένη προσέγγιση προωθείται από τη ρυθμιστική αρχή και είτε υιοθετείται από τους παρόχους σε εθελοντική βάση είτε αυτοί υποχρεώνονται να την εφαρμόσουν από τη ρυθμιστική αρχή. Το πρόσθετο κόστος που προκύπτει, το επωμίζεται είτε η ρυθμιστική αρχή είτε ο πάροχος ανάλογα με τη συμφωνία. Η προσέγγιση αυτή, απαιτεί τη χρήση συγκεκριμένων καρτών SIM, ικανών να αντιλαμβάνονται περισσότερους τους ενός οικείου παρόχους. Όλοι οι πάροχοι αντιμετωπίζονται ως οικείοι από την κάρτα SIM και η επιλογή του δικτύου που θα χρησιμοποιηθεί κάθε φορά γίνεται με βάση την

ισχύ τους σήματος που λαμβάνει η συσκευή από κάθε δίκτυο. Το κόστος χρήσης των συγκεκριμένων καρτών SIM το επωμίζεται ο πάροχος του οποίου το δίκτυο αντιμετωπίζει βλάβη, ώστε να του ενισχυθεί η επιθυμία να επενδύσει σε ανθεκτικότερες υποδομές.

Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα αυτής της προσέγγισης είναι ο περιορισμένος αντίκτυπος που προκαλεί στον ανταγωνισμό. Πρόκειται για υπηρεσία που ελέγχεται απόλυτα από τη ρυθμιστική αρχή, με αποτέλεσμα το ενδεχόμενο η υπηρεσία να χρησιμοποιείται καταχρηστικά και όχι για λόγους ανθεκτικότητας να είναι πολύ περιορισμένο. Επιπλέον, αφού η εθνική περιαγωγή χρησιμοποιείται σε περιορισμένο αριθμό καρτών SIM δεν υπάρχει σημαντικός κίνδυνος συμφόρησης στο δίκτυο του παρόχου.

Το κύριο μειονέκτημα αυτής της αντιμετώπισης προκύπτει από το περιορισμένο όφελος που απολαμβάνουν οι καταναλωτές από την υπηρεσία. Την υπηρεσία μπορεί να τη χρησιμοποιήσει μόνο ένας περιορισμένος αριθμός καταναλωτών (κυρίως για την διασφάλιση ζωτικών δημόσιων λειτουργιών) και όχι ο μέσος καταναλωτής. Η βασικότερη πρόκληση της λύσης αυτής έγκειται στο ότι πρέπει να υπάρχουν οι δομές που καθιστούν δυνατή την άμεση και έγκαιρη διανομή των καρτών SIM.

Συνολικά, πρόκειται για προσέγγιση που δεν ενισχύει την ανθεκτικότητα των δικτύων αλλά εξυπηρετεί μόνο στοχευμένες ζωτικές δημόσιες λειτουργίες.

4.2.5.3.4 Κατ' απαίτηση (ad-hoc) ενεργοποίηση περιαγωγής με αυτόματη επιλογή

Η τέταρτη τεχνική λύση είναι η κατ' απαίτηση ενεργοποίηση της εθνικής περιαγωγής, μόνο σε συγκεκριμένες γεωγραφικές περιοχές που επηρεάζονται από μια βλάβη.

Η κατ' απαίτηση ενεργοποίηση της εθνικής περιαγωγής γίνεται σύμφωνα με δύο διαφορετικές προσεγγίσεις:

- Η εθνική περιαγωγή διατίθεται ως επιλογή αλλά δεν υπάρχει αυτόματη εξουσιοδότηση ούτε στο HLR του οικείου παρόχου ούτε στο HLR του επισκεπτόμενου παρόχου. Όταν ο οικείος πάροχος αντιμετωπίζει βλάβη στο δίκτυο του, η εθνική περιαγωγή ενεργοποιείται ως υπηρεσία στα δίκτυα και των δύο παρόχων.

- Η εθνική περιαγωγή διατίθεται ως επιλογή και υπάρχει αυτόματη εξουσιοδότηση στο HLR του οικείου παρόχου αλλά όχι στου σε αυτόν του επισκεπτόμενου παρόχου. Σε περίπτωση βλάβης, ο επισκεπτόμενος πάροχος ενεργοποιεί την εθνική περιαγωγή για τους χρήστες που επηρεάζονται από τη βλάβη.

Για τη δεύτερη περίπτωση, ο πάροχος πρέπει να ορίσει συγκεκριμένα όρια ώστε να μην ενεργοποιείται η εθνική περιαγωγή αν δεν υπάρχει κάποιο συγκεκριμένο περιστατικό.

Το όφελος από την τέταρτη αυτή προσέγγιση είναι σημαντικό για τους καταναλωτές. Κάθε καταναλωτής που επηρεάζεται από μια βλάβη, μεταβαίνει αυτόματα σε άλλο δίκτυο χωρίς επιπλέον κόστος.

Όμως πρόκληση για την συγκεκριμένη λύση αποτελεί το ότι το επισκεπτόμενο δίκτυο πρέπει να υποστηρίξει την κίνηση που προέρχεται από το άλλο δίκτυο. Κάτι τέτοιο μπορεί αν έχει ως επίπτωση την μείωση της ποιότητας των προσφερόμενων υπηρεσιών. Επιπλέον, πρόκληση αντιμετωπίζει και η ρυθμιστική αρχή που πρέπει να ενεργοποιήσει τους παρόχους να συμφωνήσουν μεταξύ τους για να παρέχουν εθνική περιαγωγή.

Συνολικά, η ανωτέρω προσέγγιση αποτελεί πολύ αποτελεσματική λύση που ενισχύει την ανθεκτικότητα των δικτύων προς όφελος κυρίως των καταναλωτών, που δεν επιβαρύνονται με πρόσθετα κόστη. Στην προσέγγιση αυτή, σημαντικό ρόλο έχει η ρυθμιστική αρχή, που πρέπει να παροτρύνει τους παρόχους να συνάψουν συμφωνίες που θα επιτρέπουν την αυτόματη περιαγωγή.

4.2.5.3.5 Μόνιμα ενεργοποιημένη περιαγωγή από τον καταναλωτή

Σύμφωνα με αυτή την προσέγγιση, ένας καταναλωτής μπορεί κάθε στιγμή να έχει πρόσβαση στο δίκτυο ενός άλλου παρόχου με τον οποίο ο οικείος έχει συμφωνία για εθνική περιαγωγή. Η προσέγγιση αυτή θεωρείται ακραία και πρέπει να ενεργοποιηθεί από τον καταναλωτή που χρεώνεται με τα πρόσθετα τέλη. Στην περίπτωση όπου το δίκτυο του οικείου παρόχου δεν είναι διαθέσιμο, η συσκευή του καταναλωτή

συνδέεται στο δεύτερο κατά προτεραιότητα δίκτυο, πού είναι αυτό με το οποίο ο οικείος πάροχος έχει συνάψει συμφωνία για εθνική περιαγωγή.

Σύμφωνα με την προσέγγιση αυτή ο καταναλωτής είναι βέβαιος ότι θα έχει πάντα αυτόματη πρόσβαση σε άλλο δίκτυο όταν αυτό του οικείου παρόχου υποστεί βλάβη. Μεγάλο μειονέκτημα αυτής της λύσης, όμως, είναι ότι προκαλούνται σημαντικές ρήξεις στον ανταγωνισμό. Με αυτή τη προσέγγιση οι πάροχοι ουσιαστικά αλληλοσυνδέουν και μοιράζονται τα δίκτυά τους. Η προσέγγιση αυτή έρχεται σε αντίθεση με τη βασική απαίτηση να υπάρχουν κίνητρα ώστε οι πάροχοι να ενισχύσουν την ανθεκτικότητα των δικτύων τους, καθώς οι χρήστες έχουν πάντα τη δυνατότητα να επιλέξουν σε ποιο δίκτυο θα συνδεθούν. Επιπλέον, οι πάροχοι έχουν πολύ λιγότερο έλεγχο στο φορτίο και τους χρήστες που χρησιμοποιούν το δίκτυό τους. Είναι σημαντικό, επομένως, να οριστούν απαγορευτικά τέλη προκειμένου να αποθαρυνθούν οι χρήστες να περιπλανιούνται σε δίκτυα διαφορετικά των οικείων τους παρόχων χωρίς σημαντικό λόγο.

Συνολικά, η λύση αυτή δεν προτείνεται από τον ENISA. Μπορούν πολύ εύκολα να προκύψουν καταχρήσεις που θα απειλήσουν τον ανταγωνισμό μεταξύ των παρόχων.

4.2.5.4. Περιορισμοί Εθνικής περιαγωγής και Δημόσια Διαβούλευση Ε.Ε.Τ.Τ.

Η εθνική περιαγωγή κινητών δικτύων αποτελεί αρκετά αποτελεσματική λύση στην προσπάθεια των εθνικών ρυθμιστικών αρχών να προωθήσουν λύσεις ενίσχυσης της ανθεκτικότητας των δικτύων των παρόχων υπηρεσιών κινητής τηλεφωνίας. Όμως, δεν αποτελεί λύση που διασφαλίζει απόλυτα την ανθεκτικότητα και διαθεσιμότητα των δικτύων σε κάθε περίπτωση.

4.2.5.4.1. Περιορισμοί εθνικής περιαγωγής

Είναι συχνό φαινόμενο μια ενδεχόμενη βλάβη να επηρεάζει τα δίκτυα όλων των παρόχων. Ενδεικτικά, μια διακοπή ρεύματος συνήθως επηρεάζει ταυτόχρονα όλους τους παρόχους σε μια γεωγραφική περιοχή. Αντίστοιχα, και μια φυσική καταστροφή προκαλεί βλάβες σε περισσότερους του ενός παρόχους. Τέτοια φαινόμενα δεν αντιμετωπίζονται με εθνική περιαγωγή.

Επιπλέον, μια άλλη περίπτωση όπου η εθνική περιαγωγή δεν αποτελεί αποτελεσματική λύση, είναι όταν το HLR του οικείου παρόχου δεν είναι προσβάσιμο από τον επισκεπτόμενο πάροχο. Για να εγκατασταθεί μια κλήση περιαγωγής, πρέπει το VLR του επισκεπτόμενου παρόχου να επικοινωνήσει με το HLR του οικείου, ώστε να αναγνωριστεί η κάρτα SIM της συσκευής κινητής τηλεφωνίας.

Σε πολλές περιπτώσεις πολλοί εναλλακτικοί πάροχοι χρησιμοποιούν τις ίδιες υποδομές, όπως σε απομακρυσμένες περιοχές με μικρή πληθυσμιακή πυκνότητα όπου οι πάροχοι επιθυμούν να μειώσουν το κόστος των υποδομών χρησιμοποιώντας κοινά δίκτυα πρόσβασης. Στην περίπτωση αυτή μια βλάβη στο κοινό δίκτυο πρόσβασης έχει ως επίπτωση να επηρεαστούν πολλοί πάροχοι. Η εθνική περιαγωγή δεν είναι αποτελεσματική σε αυτή τη περίπτωση.

Τέλος, η εθνική περιαγωγή αποτελεί αποτελεσματική λύση εφόσον οι εναλλακτικοί πάροχοι μπορούν να ανταπεξέλθουν στην πρόσθετη κίνηση που θα δεχθούν από τις συσκευές που περιάγουν στο δίκτυο τους. Ειδικά σε περιόδους κρίσης όπου το φορτίο δεδομένων είναι ιδιαίτερα υψηλό σε όλους τους παρόχους, η εθνική περιαγωγή δεν αποτελεί ιδιαίτερα αποτελεσματική λύση. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι όταν κατά τη διάρκεια του διεθνούς μαραθωνίου το 2013, οι πάροχοι στο κέντρο της Βοστώνης αντιμετώπισαν πολύ υψηλό φορτίο κλήσεων στο δίκτυο τους που προκλήθηκε από τον πανικό που ακολούθησε μετά τις εκρήξεις βομβών. Η μη διαθεσιμότητα των δικτύων κινητής τηλεφωνίας προκάλεσε περαιτέρω πανικό, γεγονός που κατέστησε περισσότερο δυσχερές το έργο των σωστικών συνεργείων. Η εθνική περιαγωγή, επομένως, δεν πρέπει να θεωρείται πανάκεια που εξασφαλίζει τη διαθεσιμότητα των δικτύων σε κάθε περίπτωση.

4.2.5.4.2 Δημόσια Διαβούλευση της Ε.Ε.Τ.Τ.

Η Ε.Ε.Τ.Τ. αναγνωρίζοντας την αξία και τις δυνατότητες που προσφέρει η εθνική περιαγωγή στην προσπάθεια διασφάλισης της διαθεσιμότητας των δημοσίων τηλεφωνικών υπηρεσιών σε περίπτωση καταστροφικής βλάβης ή σε περίπτωση ανωτέρας βίας και της αδιάλειπτης πρόσβασης σε υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης, στο

πλαίσιο της δημόσιας διαβούλευσης για τις ελάχιστες υποχρεώσεις των παρόχων, ορίζει τα ακόλουθα:

1. Οι πάροχοι δικτύων κινητής τηλεφωνίας οφείλουν να συνάπτουν συμφωνίες μεταξύ τους για την ενεργοποίηση εθνικής περιαγωγής στην περίπτωση καταστροφικής βλάβης του δικτύου τους ή ανωτέρας βίας, η οποία καθιστά αδύνατη την παροχή τηλεφωνικής υπηρεσίας στους συνδρομητές τους. Η εθνική περιαγωγή θα ενεργοποιείται στις περιοχές οι οποίες επηρεάζονται από την ανεπάρκεια του δικτύου και θα καλύπτει τις ανάγκες τηλεφωνίας και σύντομων μηνυμάτων.

2. Οι πάροχοι δικτύων κινητής τηλεφωνίας οφείλουν να συνάψουν συμφωνίες εθνικής περιαγωγής εντός έξι (6) μηνών από τη θέση σε ισχύ της Δημόσιας Διαβούλευσης και να ενημερώσουν τον Υπουργό Υποδομών Μεταφορών και Δικτύων για την ετοιμότητά τους ως προς την εφαρμογή της εθνικής περιαγωγής. Στην περίπτωση όπου δεν καθίσταται δυνατή η σύναψη συμφωνιών εθνικής περιαγωγής μεταξύ των παρόχων, η ΕΕΤΤ επιλύει τις διαφορές μεταξύ των παρόχων ώστε να καταστεί δυνατή η σύναψη συμφωνίας.

3. Ο πάροχος δικτύου τηλεφωνίας, ο οποίος φιλοξενεί συνδρομητές άλλου παρόχου κατά τη διάρκεια καταστροφικής βλάβης δικτύου ή ανωτέρας βίας, μπορεί να ορίσει περιορισμούς και να δώσει προτεραιότητα στις κλήσεις των συνδρομητών του δικού του δικτύου, έτσι ώστε να διατηρήσει ένα αποδεκτό επίπεδο ποιότητας για τους δικούς του συνδρομητές.

4. Ενδεχόμενος κατάλογος προτεραιοτήτων κλήσεων, ο οποίος ισχύει στο δίκτυο στο οποίο εκδηλώνεται η αδυναμία παροχής υπηρεσίας, πρέπει να ισχύει και να εφαρμόζεται και από το δίκτυο το οποίο φιλοξενεί τις κλήσεις των συνδρομητών του αρχικού δικτύου, μέσω εθνικής περιαγωγής.

5. Η εθνική περιαγωγή μπορεί να ενεργοποιείται αυτόματα ή με χειροκίνητη επιλογή του συνδρομητή ο οποίος επιλέγει να συνδεθεί με άλλο δίκτυο. Ο καθορισμός του τρόπου ενεργοποίησης αποτελεί προϊόν συμφωνίας μεταξύ των παρόχων δικτύων κινητής τηλεφωνίας. Στην περίπτωση όπου η ενεργοποίηση γίνεται με επιλογή του συνδρομητή, οι πάροχοι οφείλουν να εξασφαλίσουν ότι οι συνδρομητές τους έχουν

λάβει επαρκή ενημέρωση για την δυνατότητα αυτή και για το πώς μπορούν να κάνουν χρήση αυτής.

6. Σε κάθε περίπτωση, οι πάροχοι που προσφέρουν εθνική περιαγωγή οφείλουν να εξασφαλίσουν ότι οι συνδρομητές τους γνωρίζουν αυτή τη δυνατότητα και τις πρόσθετες χρεώσεις που μπορεί να προκύψουν από την ενεργοποίησή της.

7. Η έναρξη λειτουργίας του σχήματος εθνικής περιαγωγής λαμβάνει χώρα α) με εντολή του Υπουργού Μεταφορών Υποδομών και Δικτύων ή β) άν η βλάβη δικτύου ή η αυξημένη κίνηση οδηγήσουν σε διακοπή παροχής τηλεφωνικής υπηρεσίας προς τους συνδρομητές τους σε συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή. Ως κατώφλι ορίζεται το ενδεχόμενο, ο αριθμός που προκύπτει από το γινόμενο της διάρκειας της διακοπής παροχής της τηλεφωνικής υπηρεσίας σε ώρες και του πλήθους των συνδρομητών που αυτή επηρεάζει να υπερβαίνει το 50.000.

5. Υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης

5.1 Εισαγωγή

Όπως αναφέρθηκε και στο Κεφάλαιο 4, αντικείμενο της Δημόσιας Διαβούλευσης είναι ο καθορισμός των ελάχιστων υποχρεώσεων με τις οποίες οφείλουν να συμμορφώνονται οι τηλεπικοινωνιακοί πάροχοι με σκοπό να διασφαλίζεται η αδιάλειπτη πρόσβαση σε υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης.

Σύμφωνα με το Άρθρο 26 της Κοινοτικής Οδηγίας υπ' αριθμόν 2009/136/ΕΚ, όλα τα Κράτη-Μέλη οφείλουν να διασφαλίσουν ότι οι ενδιαφερόμενες επιχειρήσεις θα καθιστούν δωρεάν διαθέσιμες πληροφορίες θέσης στις Αρχές που χειρίζονται τις κλήσεις εκτάκτων αναγκών, μόλις η κλήση φθάσει στην Αρχή. Το ανωτέρω ισχύει για όλες τις κλήσεις προς τον Ευρωπαϊκό αριθμό εκτάκτων αναγκών "112". Τα Κράτη-Μέλη μπορούν να επεκτείνουν την ανωτέρω υποχρέωση προκειμένου να καλύψουν κλήσεις προς εθνικούς αριθμούς εκτάκτων αναγκών. Οι αρμόδιες ρυθμιστικές αρχές καθορίζουν τα κριτήρια για την ακρίβεια και την αξιοπιστία των παρεχομένων πληροφοριών θέσης.

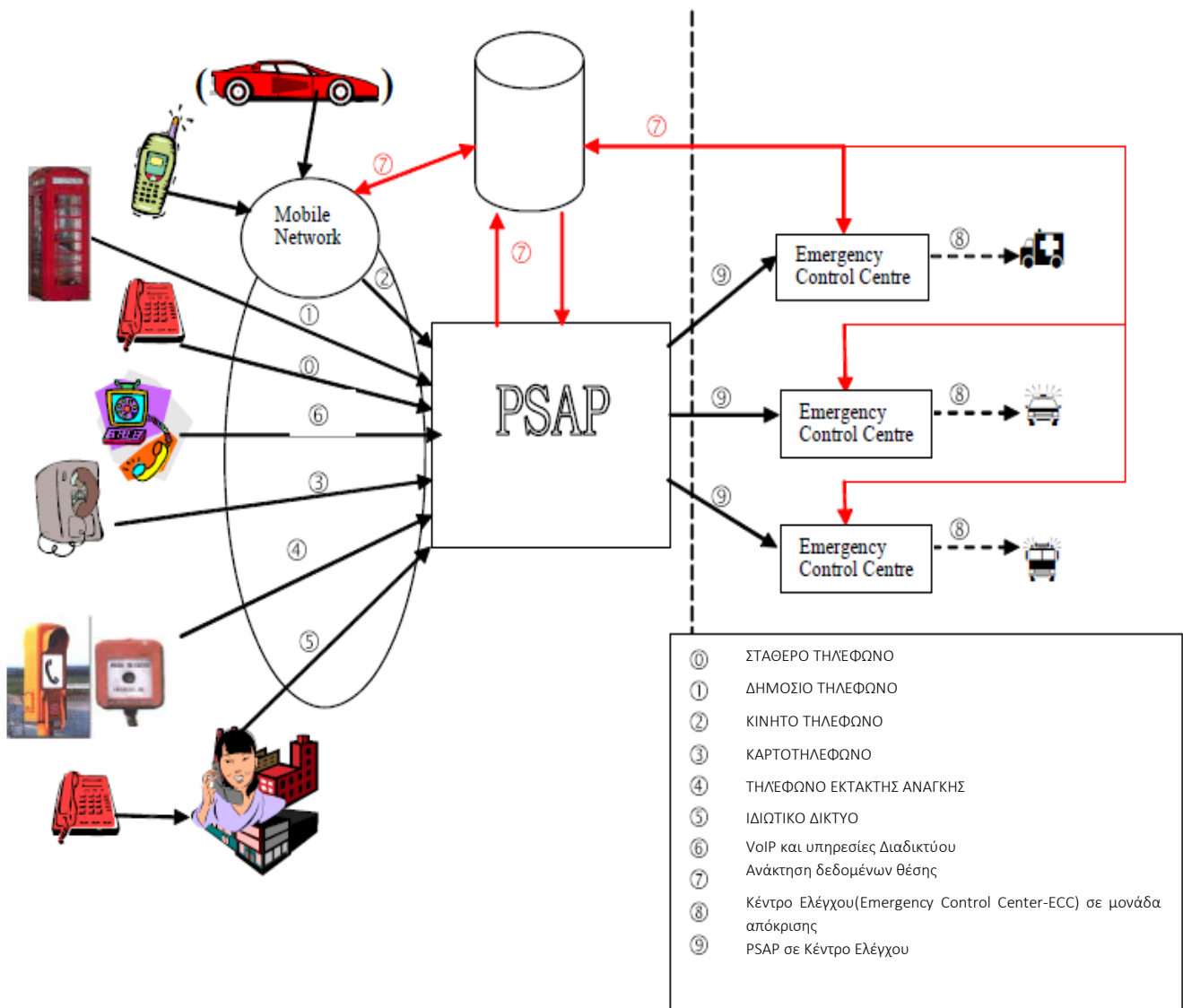
Η τεχνική έκθεση TR 102 180 του ETSI παρέχει το γενικό πλαίσιο των απαιτήσεων που εξασφαλίζουν την επικοινωνία μεταξύ ατόμων και Αρχών σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης. Ο αριθμός "112" έχει ορισθεί ως Πανευρωπαϊκός αριθμός εκτάκτων αναγκών. Οι τελικοί χρήστες έχουν τη δυνατότητα να καλούν το συγκεκριμένο αριθμό δίχως χρέωση στην περίπτωση όπου εμφανιστεί έκτακτη ανάγκη. Οι ρυθμιστικές Αρχές κάθε χώρας διαθέτουν τη δυνατότητα να ορίσουν εκτός του αριθμού "112" και άλλο εθνικό αριθμό εκτάκτων αναγκών.

Η ουσία της κλήσης εκτάκτων αναγκών έγκειται στην αποκατάσταση της άμεσης και σε πραγματικό χρόνο επικοινωνίας, μεταξύ του καλούντος που βρίσκεται σε ανάγκη και του υπεύθυνου, για να προσφέρει βοήθεια, λειτουργού. Ο χρήστης πρέπει να μπορεί να πραγματοποιήσει μια απλή τηλεφωνική κλήση προς την αρμόδια υπηρεσία έκτακτης ανάγκης, παρακάμπτοντας αδικαιολόγητους περιορισμούς στα τερματικά, τα δίκτυα και τους παρόχους υπηρεσιών. Επιπλέον, η υπηρεσία έκτακτης ανάγκης πρέπει

να ενημερωθεί με όσο το δυνατόν περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τη θέση του καλούντος.

5.2 Βασική Αρχιτεκτονική υπηρεσίας εκτάκτων αναγκών

Το Σχήμα 6.1 συνοψίζει τη βασική αρχιτεκτονική μιας κλήσης στο “112”.



Σχήμα 6.1- Βασική αρχιτεκτονική κλήσης εκτάκτων αναγκών

Σύμφωνα με το Σχήμα 6.1, η κλήση προς το “112” μπορεί να προέρχεται από διάφορα είδη τερματικών, είτε από κάποια σταθερή τηλεφωνική γραμμή είτε από κινητό τηλέφωνο είτε από καρτοτηλέφωνο και άλλα (σημεία 0-6). Οι κλήσεις δρομολογούνται προς το Σημείο Τηλεφωνητή Δημόσιας Ασφάλειας (Public Safety Answering Point-PSAP). Το PSAP είναι η φυσική τοποθεσία όπου λαμβάνονται οι κλήσεις εκτάκτων

αναγκών και βρίσκεται υπό την ευθύνη δημόσιας αρχής. Ακολούθως, ανάλογα με το είδος του τερματικού και του δικτύου από όπου προήλθε η κλήση, γίνεται ανάκτηση των πληροφοριών θέσης του καλούντος (Σημείο 7- θα αναλυθεί περαιτέρω στο εδάφιο 5.4.1.2). Στη συνέχεια, το PSAP μεταβιβάζει τις πληροφορίες θέσης στο αρμόδιο Κέντρο Ελέγχου (Σημείο 9) και αυτό, με τη σειρά του, ενημερώνει τις μονάδες απόκρισης που πρέπει να επέμβουν για την αντιμετώπιση της κρίσης (Σημείο 8).

5.3 Απαιτήσεις που αφορούν τον τελικό χρήστη

Ο χρήστης πρέπει να είναι σε θέση να πραγματοποιήσει τηλεφωνική κλήση σε υπηρεσία έκτακτης ανάγκης από οποιοδήποτε τερματικό που υποστηρίζει εξερχόμενες κλήσεις προς δημόσιες υπηρεσίες, εκτός αν το τερματικό φέρει σαφή σηματοδότηση ή το λειτουργικό του σύστημα το διευκρινίζει σαφώς, ότι είναι αδύνατο να προβεί σε τέτοιες κλήσεις όταν οι συνθήκες δεν είναι φυσιολογικές. Είναι σημαντικό να πληρούνται οι προσδοκίες των χρηστών και οι χρήστες να είναι ενήμεροι για ενδεχόμενους περιορισμούς πρόσβασης σε υπηρεσίες εκτάκτων αναγκών.

Η υπηρεσία πρέπει να είναι έγκυρη ανεξαρτήτως του τερματικού και της τεχνολογίας που χρησιμοποιείται για να πραγματοποιηθεί η κλήση. Στο ακόλουθο υποεδάφιο περιγράφονται ξεχωριστά οι απαιτήσεις, αντίστοιχα με τον τύπο του τερματικού και της τεχνολογίας που χρησιμοποιείται.

5.3.1 Απαιτήσεις ανάλογα με τον τύπο του τερματικού και την τεχνολογία

5.3.1.1 Σημείο πρόσβασης Δημόσιου Δικτύου (Public Network Access Point)

Όλοι οι τηλεφωνικοί τερματικοί εξοπλισμοί που χρησιμοποιούνται πρέπει να έχουν τη δυνατότητα να ικανοποιήσουν την ανάγκη του χρήστη για πραγματοποίηση κλήσης εκτάκτων αναγκών, μόλις αποκτήσουν πρόσβαση στο δημόσιο τηλεφωνικό δίκτυο.

Επιπλέον, το σημείο πρόσβασης στο δίκτυο πρέπει να επιτρέπει την πρόσβαση σε κλήσεις έκτακτης ανάγκης, ακόμα και στις ακόλουθες περιπτώσεις:

- Έχει απαγορευτεί στο χρήστη η πρόσβαση σε τηλεφωνικές υπηρεσίες, π.χ. λόγω μη πληρωμής λογαριασμών.

- Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιείται είναι προστατευόμενος μέσω διαδικασίας ταυτοποίησης του χρήστη, για την οποία ο χρήστης δεν είναι εκ των προτέρων ενήμερος
- Ο χρήστης μιας συσκευής κινητών τηλεπικοινωνιών βρίσκεται εκτός της περιοχής κάλυψης του οικείου του παρόχου. Αν η περιοχή καλύπτεται από εναλλακτικό πάροχο και η τηλεφωνική συσκευή είναι τεχνικά συμβατή με το εναλλακτικό δίκτυο, ο χρήστης πρέπει να έχει πρόσβαση σε κλήση έκτακτης ανάγκης.
- Ο χρήστης μιας ασύρματης συσκευής βρίσκεται εκτός της περιοχής κάλυψης του οικείου σταθμού βάσης. Αν η περιοχή καλύπτεται από εναλλακτικό σταθμό βάσης, του οικείου ή διαφορετικού παρόχου και η τηλεφωνική συσκευή είναι τεχνικά συμβατή με τον εναλλακτικό σταθμό βάσης, ο χρήστης πρέπει να έχει πρόσβαση σε κλήση έκτακτης ανάγκης.

Η κάλυψη όλων των σεναρίων εθνικής περιαγωγής πρέπει να προβλέπεται από την εθνική νομοθεσία και την εθνική ρυθμιστική αρχή και οι κλήσεις εκτάκτων αναγκών πρέπει να είναι χωρίς χρέωση.

5.3.1.2 Δημόσιο τηλέφωνο με αμοιβή

Σύμφωνα με την Οδηγία 2009/136/EK, η πραγματοποίηση κλήσης έκτακτης ανάγκης από οποιονδήποτε δημόσιο τηλεφωνικό θάλαμο χρησιμοποιώντας τον Πανευρωπαϊκό αριθμό “112” ή οποιονδήποτε άλλο εθνικό αριθμό έκτακτης ανάγκης πρέπει να είναι χωρίς χρέωση και χωρίς να απαιτείται οποιαδήποτε μορφή πληρωμής.

5.3.1.3 Άλλοι τύποι τηλεφώνου

Πρέπει να είναι δυνατή και εύκολη η πραγματοποίηση κλήσης έκτακτης ανάγκης από οποιονδήποτε τύπο τηλεφώνου που έχει πρόσβαση στο δημόσιο δίκτυο (όπως π.χ. καρτοτηλέφωνα, δημόσια τηλέφωνα και άλλα).

Η ευκολία αφορά τα ακόλουθα:

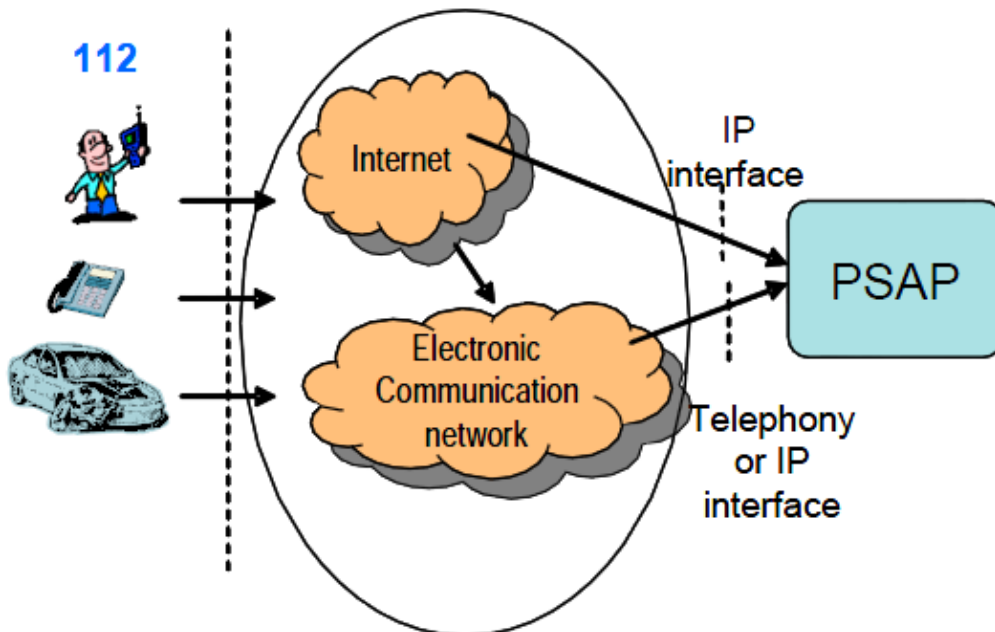
- Άμεση κλήση του αριθμού “112”

- Να μην απαιτείται καμία βοήθεια ως προς το χειρισμό του τηλεφώνου και την επιλογή της γλώσσας.

5.3.1.4 Τερματικά VoIP

Τα νέα τηλεπικοινωνιακά δίκτυα βασίζονται στη τεχνολογία IP (IP-based). Το πλήθος των ευρυζωνικών τηλεφώνων αυξάνεται συνεχώς και ολοένα και περισσότερες κλήσεις δρομολογούνται μέσω του δικτύου μεταγωγής κυκλώματος (circuit switched network) αλλά διαχειρίζονται μέσω του διαδικτύου. Παραδοσιακά, οι κλήσεις έκτακτης ανάγκης δρομολογούνται στο PSAP μέσω του PSTN δικτύου. Αυτό σημαίνει ότι οι πάροχοι που προσφέρουν VoIP υπηρεσίες πρέπει να μεταφέρουν τις κλήσεις έκτακτης ανάγκης σε κάποιο δίκτυο μεταγωγής κυκλώματος, συνήθως το παραδοσιακό PSTN δίκτυο.

Καθώς, όμως, η IP σύνδεση επιτρέπει την μετάδοση περισσότερων πληροφοριών σχετικά με την κλήση και τον καλούντα, θα ήταν επωφελής η άμεση IP σύνδεση με το PSAP. Προβλέπεται, επίσης, ότι η λειτουργία των παραδοσιακών δικτύων μεταγωγής κυκλώματος φθάνει στο τέλος της και η ζήτηση για διασύνδεση του IP δικτύου με το PSAP θα ενταθεί. Ο προσδιορισμός άμεσης IP διασύνδεσης (IP-interface) με το PSAP θα μπορούσε να οδηγήσει στην ευκολότερη και αποδοτικότερη διαχείριση των κλήσεων εκτάκτων αναγκών(Σχήμα 6.2).



Σχήμα 6.2- Άπευθείας IP διασύνδεση με το PSAP

Ανεξάρτητα από την IP διασύνδεση με το PSAP, ένα τερματικό υπηρεσίας VoIP μπορεί να είναι είτε μια παραδοσιακή τηλεφωνική συσκευή ή εξοπλισμός με όλα τα χαρακτηριστικά του τηλεφώνου είτε υπολογιστής εξοπλισμένος με την κατάλληλη επέκταση.

Στην πρώτη περίπτωση, το τερματικό πρέπει να πληρεί τις απαιτήσεις μιας παραδοσιακής τηλεφωνικής συσκευής. Στην δεύτερη περίπτωση, οι απαιτήσεις είναι εφαρμόσιμες όταν ο υπολογιστής έχει ρυθμιστεί να εκτελεί τηλεφωνικές κλήσεις. Σε κάθε περίπτωση, ο πάροχος της υπηρεσίας οφείλει να έχει λάβει τα αναγκαία μέτρα στο δίκτυο και τους servers του, ώστε να εγγυάται την πραγματοποίηση κλήσεων έκτακτης ανάγκης.

5.3.1.5 Ιδιωτικά δίκτυα

Οι κλήσεις εκτάκτων αναγκών που προέρχονται από ιδιωτικά δίκτυα μπορούν να δρομολογηθούν σε δημόσιο δίκτυο. Αντίστοιχα με τα δημόσια δίκτυα, όταν απαιτείται βοήθεια, η κλήση προωθείται στο PSAP ή στο κέντρο ελέγχου εκτάκτων αναγκών που ανταποκρίνεται. Το ανωτέρω περιλαμβάνει και κλήσεις από δημόσιους χώρους όπου οι χρήστες πρέπει να πραγματοποιήσουν μια κλήση χωρίς καμία μορφή χρέωσης.

Οι πληροφορίες θέσης εντός ενός ιδιωτικού δικτύου παρέχονται όταν είναι δυνατό και σε συμφωνία με τις απαιτήσεις της αρμόδιας αρχής που ανταποκρίνεται στην κλήση έκτακτης ανάγκης (π.χ. πυροσβεστική ή αστυνομία). Για μεγάλα ιδιωτικά δίκτυα, που ενδεχομένως καλύπτουν αρκετές χώρες, πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή κατά το σχεδιασμό των ιδιωτικών δικτύων.

5.3.2 Ποιότητα φωνής κλήσεων εκτάκτων αναγκών

Στις περιπτώσεις που το δίκτυο λειτουργεί υπό φυσιολογικές συνθήκες, η ποιότητα υπηρεσίας έκτακτης ανάγκης που αντιλαμβάνεται ο χρήστης δεν πρέπει να διαφέρει από αυτή που θα αντιλαμβανόταν σε μια κανονική τηλεφωνική κλήση. Στην περίπτωση όπου ο πάροχος παρέχει υπηρεσίες με ενισχυμένη ποιότητα, δεν είναι υποχρεωμένος να παρέχει και ενισχυμένη ποιότητα και για της κλήσεις έκτακτης ανάγκης.

Όταν το δίκτυο δεν λειτουργεί υπό φυσιολογικές συνθήκες, όταν τεθεί θέμα μεταξύ της ποιότητας της υπηρεσίας και της πραγματοποίησης της σύνδεσης, προτεραιότητα ασφαλώς δίνεται στην πραγματοποίηση της σύνδεσης.

5.3.3 Διασφάλιση της μεταβίβασης της κλήσης έκτακτης ανάγκης

Οι τηλεπικοινωνιακοί πάροχοι οφείλουν να κάνουν σε κάθε δυνατή προσπάθεια ώστε να διασφαλίσουν την ενεργοποίηση, την προώθηση εντός των δικτύων των διαφόρων παρόχων και τη λήξη της κλήσης έκτακτης ανάγκης ακόμα και υπό εξαιρετικά δυσμενείς συνθήκες, όπως είναι αυτές της χρεωκοπίας, κρίσης, των φυσικών καταστροφών.

Ως προς τα δίκτυα κινητής τηλεφωνίας, λόγω της φυσικής αβεβαιότητας και των αποκλίσεων στα ποσοστά ραδιοκάλυψης, υπάρχουν περιπτώσεις όπου η κλήση δεν δρομολογείται στο κατάλληλο PSAP. Στην περίπτωση όπου συμβεί κάτι τέτοιο είναι αναγκαία η συνεργασία μεταξύ των διαφόρων PSAP. Επιπλέον, υπάρχουν περιπτώσεις όπου απαιτείται διεθνής συνεργασία μεταξύ γειτονικών κρατών όταν η κλήση εκτάκτων αναγκών πραγματοποιείται κοντά στα σύνορα των χωρών.

5.3.4 Ανάθεση της κλήσης στο κατάλληλο PSAP

Κάθε PSAP είναι αρμόδιο για κλήσεις έκτακτης ανάγκης που προέρχονται από συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή. Οι κλήσεις έκτακτης ανάγκης πρέπει να δρομολογούνται σε κάθε περίπτωση στο αρμόδιο PSAP. Πρέπει να υπάρχει σαφής χαρτογράφηση μεταξύ της θέσης του τερματικού από όπου προήλθε η κλήση και του αρμόδιου για τη συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή PSAP. Αυτή η χαρτογράφηση πρέπει να προετοιμάζεται, να διατηρείται πάντα ενημερωμένη από τις αρμόδιες αρχές ελέγχου των εκτάκτων αναγκών και να παρέχεται σε όλους τους ενδιαφερόμενους τηλεπικοινωνιακούς παρόχους.

5.3.5 Χρήση Υπηρεσίας Συντόμων Μηνυμάτων (Short Message Service-SMS)

Σε ορισμένες περιπτώσεις, η υπηρεσία κλήσης έκτακτης ανάγκης μπορεί να συμπληρωθεί και με τη διαβίβαση πληροφοριών με τη μορφή σύντομων μηνυμάτων (SMS). Οι πληροφορίες αυτές δεν παρέχονται από το δίκτυο και η δρομολόγησή τους

γίνεται μέσω διαφορετικής διαδρομής από αυτών της υπηρεσίας φωνής. Πρέπει να σημειωθεί ότι η υπηρεσία σύντομων μηνυμάτων έχει αρκετούς περιορισμούς. Ένας από αυτούς είναι η απουσία εγγυημένης παράδοσης σε πραγματικό χρόνο. Εντούτοις, η χρήση των SMS μπορεί να αποτελέσει αξιόλογη εναλλακτική σε ειδικές περιπτώσεις, παραδείγματος, όπως π.χ. χρήστες με ειδικές ανάγκες, για τους οποίους οι υπηρεσίες φωνής δεν είναι εφικτές ή να χρησιμοποιείται από νέους που έχουν μεγαλύτερη ευχέρεια με την υπηρεσία.

Επιπλέον, η χρήση της υπηρεσίας σύντομων μηνυμάτων παρέχει στις Αρχές την ευκαιρία να μεταδώσουν μαζικά μηνύματα έκτακτης ανάγκης. Και πάλι, όμως, υπάρχουν περιορισμοί που ενδέχεται να περιορίσουν την αποτελεσματικότητα της υπηρεσίας. Ενδεικτικοί περιορισμοί μπορεί να είναι η δυσκολία στην απόκτηση πληροφοριών για τον εντοπισμό ορισμένων κινητών συσκευών, καθώς και η στιγμιαία υπερφόρτωση που θα προκληθεί στο δίκτυο του παρόχου λόγω της ζήτησης για επεξεργασία μεγάλου πλήθους γραπτών μηνυμάτων που μπορεί να οδηγήσει σε καθυστέρηση ή μη παράδοση.

5.4 Αναγνώριση και διαχείριση των κλήσεων εκτάκτων αναγκών

Κάθε δίκτυο οφείλει να αναγνωρίζει και να χειρίζεται ανάλογα κάθε κλήση προς το “112” ή κάποιον άλλο εθνικό αριθμό έκτακτης ανάγκης, εφόσον υπάρχει. Προκειμένου να διευκολυνθούν οι Αρχές στην αντιμετώπιση εκτάκτων αναγκών, κάθε κλήση έκτακτης ανάγκης πρέπει να συνοδεύεται από ορισμένες πληροφορίες που πρέπει να φθάνουν στο PSAP ταυτόχρονα με την κλήση έκτακτης ανάγκης ή να είναι δυνατό να ανακτηθούν από το PSAP, εφόσον ζητηθούν κατά τη διάρκεια της κλήσης.

5.4.1 Πληροφορίες που σχετίζονται με την κλήση έκτακτης ανάγκης

Μαζί με την κλήση έκτακτης ανάγκης αυτή καθαυτή, το PSAP πρέπει να λαμβάνει πληροφορίες σχετικά με τον αριθμό της γραμμής που πραγματοποιεί την κλήση αλλά και με την τοποθεσία του καλούντος.

5.4.1.1 Αριθμός γραμμής καλούντος

Μαζί με την κλήση, το δίκτυο πρόσβασης πρέπει να προωθεί στο PSAP και την ταυτότητα του αριθμού της γραμμής (Calling Line Identity-CLI) του καλούντος που πραγματοποιεί την κλήση. Επιπλέον, το CLI πρέπει να μεταδίδεται και σε περιπτώσεις εθνικής ή διεθνούς περιαγωγής. Το CLI είναι απαραίτητο να είναι γνωστό στο PSAP/Κέντρο Ελέγχου στην περίπτωση όπου είναι επιθυμητό να επιστραφεί κλήση στο CLI.

Στις περιπτώσεις όπου η κλήση πραγματοποιείται από κινητό τηλέφωνο που λειτουργεί χωρίς τη χρήση κάρτας SIM, το CLI δεν μπορεί να προσδιοριστεί και να μεταδοθεί στο PSAP. Στις χώρες όπου κάτι τέτοιο επιτρέπεται, πρέπει εναλλακτικά να μεταδίδεται με την κλήση αριθμός ταυτοποίησης της συσκευής η οποία πραγματοποίησε την κλήση.

5.4.1.2 Πληροφορίες θέσης του καλούντος

Η σημαντικότερη πληροφορία που πρέπει να λάβει το PSAP ή το Κέντρο Ελέγχου είναι η θέση του χρήστη που πραγματοποιεί την κλήση. Οι πληροφορίες θέσης μπορεί να είναι είτε γεωγραφική διεύθυνση είτε γεωγραφικές συντεταγμένες. Συνήθως, οι πληροφορίες θέσης βασίζονται στο CLI αναφορικά με ενσύρματα δίκτυα ή στις γεωγραφικές συντεταγμένες του τερματικού που πραγματοποίησε την κλήση για ασύρματα δίκτυα πρόσβασης. Στην περίπτωση περιαγωγής ασύρματων τερματικών που πραγματοποιούν κλήση έκτακτης ανάγκης, αυτό που καθορίζει την τοποθεσία του τερματικού είναι το CLI του σταθμού βάσης.

Όπως έχει αναφερθεί, τα δίκτυα πρόσβασης κινητών τηλεπικοινωνιών υποστηρίζουν τη μετάδοση σύντομων μηνυμάτων (SMS) που μπορούν να μεταδοθούν και κατά τη διάρκεια μιας ενεργής φωνητικής κλήσης (αν και με μειωμένη ταχύτητα), παρέχοντας τη δυνατότητα στον καλώντα να στείλει χρήσιμες πληροφορίες στο PSAP, όπως η κατάσταση έκτακτης ανάγκης στην οποία βρίσκεται, η τοποθεσία, στοιχεία σχετικά με την σωματική του κατάσταση και άλλα. Όμως το SMS μπορεί να θεωρηθεί, μόνο συμπληρωματική υπηρεσία, καθώς πρωταρχική απαίτηση είναι η άμεση και σε πραγματικό χρόνο φωνητική επικοινωνία μεταξύ του PSAP και του καλούντος.

5.4.2 Διαχείριση των δικτύων που υποστηρίζουν τις κλήσεις εκτάκτων αναγκών

Σε κάθε περίπτωση, οι κλήσεις εκτάκτων αναγκών πρέπει να έχουν προτεραιότητα έναντι άλλων κλήσεων. Στις περιπτώσεις ενσύρματων δικτύων πρόσβασης, η προτεραιότητα δίνεται από το σημείο πρόσβασης στο δίκτυο μέχρι το σημείο τερματισμού της σύνδεσης στην πλευρά του PSAP.

Οι γραμμές μεταφοράς που χρησιμοποιούνται για τις κλήσεις έκτακτης ανάγκης πρέπει να είναι διαθέσιμες χωρίς περιορισμούς. Το PSAP είναι υπεύθυνο να παρακολουθεί συνεχώς τη λειτουργικότητα και την ποιότητα μετάδοσης των γραμμών αυτών. Εφόσον η ποιότητα μετάδοσης πέσει κάτω από τα αποδεκτά όρια, το δίκτυο και το PSAP οφείλουν να απενεργοποιήσουν την πρόσβαση και να ελέγξουν τη διαθεσιμότητα και την ποιότητα της σύνδεσης. Οποιαδήποτε τέτοια απενεργοποίηση δεν πρέπει να θίγει κλήσεις που βρίσκονται σε εξέλιξη. Επιπλέον, οποιαδήποτε ενέργεια συντήρησης δεν πρέπει να επηρεάζει τις κλήσεις εκτάκτων αναγκών.

Όταν το δίκτυο πρόσβασης μέχρι το PSAP ή το PSAP είναι απενεργοποιημένα ή εκτός λειτουργίας, το δίκτυο οφείλει να δρομολογεί την κλήση σε εναλλακτικό PSAP ή σε εναλλακτικό δίκτυο πρόσβασης.

Τέλος, ο διαχειριστής του δικτύου πρόσβασης οφείλει να προβαίνει συνεχώς σε όλες τις απαραίτητες ενέργειες ώστε να προφυλάσσει τις εγκαταστάσεις από τις συνέπειες κάποιας επίθεσης στο δίκτυο πρόσβασης με το οποίο είναι συνδεδεμένα τα PSAP.

5.5 Ανθεκτικότητα δικτύων εκτάκτων αναγκών

Όπως έχει αναλυθεί στο Κεφάλαιο 3, η ανθεκτικότητα είναι έννοια που σχετίζεται με τη βελτιστοποίηση της διαθεσιμότητας και της ποιότητας της υπηρεσίας που υποστηρίζει ένα τηλεπικοινωνιακό σύστημα. Αύξηση της ανθεκτικότητας ενός δικτύου επιτυγχάνεται με τη μεγιστοποίηση του Μέσου χρόνου μεταξύ βλαβών (MTBF) και την ελαχιστοποίηση του Μέσου χρόνου για επισκευή (MTTR).

Προκειμένου να επιτευχθεί ο ανωτέρω στόχος και να αυξηθεί η ανθεκτικότητα ενός τηλεπικοινωνιακού συστήματος, ο σχεδιασμός και η λειτουργία του συστήματος πρέπει να ακολουθεί ορισμένες αρχές. Για να ενισχυθεί η ανθεκτικότητα του

τηλεπικοινωνιακού συστήματος, είναι βασικό να σχεδιάζεται και να λειτουργεί σύμφωνα με την αρχή του πλεονασμού (redundancy). Για κάθε στοιχείο του συστήματος υπάρχει εφεδρικό, ώστε αν το πρωτεύον στοιχείο αστοχήσει το εφεδρικό να εξασφαλίσει τη συνέχεια του συστήματος.

Άλλες αρχές σχεδίασης και λειτουργίας είναι αυτές της διαφορικότητας (diversity) και του διαχωρισμού (separacy). Η διαφορικότητα είναι η ιδιότητα που εξασφαλίζει ότι προκαθορισμένες συνδέσεις δεν δρομολογούνται από τα ίδια κυκλώματα μετάδοσης. Ωστόσο, μπορεί να υπάρχουν ορισμένες κοινές περιοχές στο φυσικό δίκτυο πρόσβασης για διαφορετικές συνδέσεις ή και κοινός εξοπλισμός εντός των διαδρομών κυκλώματος. Ο διαχωρισμός αποτελεί περισσότερο αξιόπιστο τρόπο που εξασφαλίζει ότι καθορισμένες συνδέσεις δεν δρομολογούνται στο ίδιο κύκλωμα μετάδοσης, δεν χρησιμοποιούν κοινό εξοπλισμό και ότι δεν υπάρχουν κοινές φυσικές περιοχές εντός των διαδρομών που ακολουθούνται. Συνήθως, χρησιμοποιούνται διαφορετικές διαδρομές και διαφορετικοί πόροι (όπως π.χ. διαφορετική παροχή ρεύματος). Αξίζει να σημειωθεί ότι ο διαχωρισμός εγγυάται την διαφορικότητα. Το αντίστροφο δεν ισχύει.

Επιπλέον, η ύπαρξη εναλλακτικών διαδρομών δρομολόγησης της κίνησης ενισχύει τη δυνατότητα του συστήματος να αποφύγει την συμφόρηση ή ακόμα και την αστοχία του τηλεπικοινωνιακού δικτύου. Τέλος, θεμελιώδης είναι η ύπαρξη Σχεδίου Επιχειρησιακής Συνέχειας και Σχεδίου Ανάκαμψης από καταστροφή.

Οι ανωτέρω αρχές είναι γενικής φύσεως που ενισχύουν την ανθεκτικότητα οποιουδήποτε τηλεπικοινωνιακού συστήματος. Αποκλειστικά για δίκτυα που εξυπηρετούν κλήσεις έκτακτης ανάγκης μπορούν να προταθούν περαιτέρω μέτρα ενίσχυσης της ανθεκτικότητας.

5.5.1 Μετάδοση από το δίκτυο πρόσβασης στο PSAP

Η αποκατάσταση μιας κλήσης προς το PSAP μπορεί να ακολουθήσει πολλαπλές διαδρομές και να προέρχεται είτε από ενσύρματο δίκτυο, είτε από ασύρματο δίκτυο είτε πιθανώς μέσω της διασύνδεσης ασύρματου και ενσύρματου δικτύου πρόσβασης. Σε κάθε περίπτωση, σε μια κλήση έκτακτης ανάγκης αποδίδεται μεγαλύτερη

προτεραιότητα από οποιαδήποτε άλλη μορφή κίνησης. Η ταυτοποίηση μιας κλήσης έκτακτης ανάγκης γίνεται μέσω του προορισμού της που είναι το PSAP.

Επιπλέον, συνήθως, κλήσεις έκτακτης ανάγκης έχουν πρόσβαση σε διαδρομές αποκλειστικά προορισμένες για το σκοπό αυτό (χωρίς αυτό να έχει καθολική εφαρμογή). Αποκλειστικές διαδρομές υπάρχουν σε όλη την έκταση του δικτύου πρόσβασης και συμπεριλαμβάνουν και την πρόσβαση σε πολλαπλούς μεταγωγείς αρμόδιους να υποστηρίζουν αποκλειστικά υπηρεσίες εκτάκτων αναγκών. Επισημαίνεται ότι τα PSAP είναι συνδεδεμένα με περισσότερους από ένα μεταγωγείς.

Σε περιόδους υπερφόρτωσης του δικτύου εφαρμόζεται Περιοριστική Διαχείριση Δικτύου (Restrictive Network Management). Οι φυσιολογικές κλήσεις περιορίζονται να χρησιμοποιούν μικρότερο εύρος ζώνης από ό,τι συνήθως. Εντούτοις, κλήσεις με προτεραιότητα εξαιρούνται από τον περιορισμό αυτό καθώς ορισμένες συνδέσεις είναι δεσμευμένες να χρησιμοποιούνται από κλήσεις με προτεραιότητα όταν εμφανίζονται φαινόμενα υπερφόρτωσης του δικτύου.

5.5.2 Ανθεκτικότητα PSAP

Είναι σημαντικό τα PSAP να είναι συστήματα ανθεκτικά σε βλάβες ώστε να διασφαλίζεται η αυξημένη διαθεσιμότητά τους. Επιπλέον, όταν εμφανιστεί μεγάλη βλάβη, η κίνηση πρέπει να διαμοιράζεται σε πολλαπλά PSAP. Τέλος, σε κάθε περίπτωση, είναι αναγκαία η ύπαρξη σχεδίων ανάκαμψης από καταστροφή και η αποφυγή μεμονωμένων σημείων αστοχίας. Πρέπει να διασφαλίζεται η ύπαρξη εφεδρικών συστημάτων και PSAP.

5.5.3 Ενοποίηση/ Διαχωρισμός του PSAP και του Κέντρου Ελέγχου

Ως προς τη φυσική θέση τους, τα PSAP μπορεί να είναι είτε ενοποιημένα είτε διαχωρισμένα από το Κέντρο Ελέγχου όσον αφορά την φυσική τους θέση.

Στην περίπτωση όπου το PSAP βρίσκεται στις ίδιες εγκαταστάσεις με το κέντρο ελέγχου δεν υπάρχει απαίτηση για μεταξύ τους διασύνδεση. Θετικό χαρακτηριστικό αυτής της αρχιτεκτονικής είναι ότι υπάρχουν λιγότερα πιθανά σημεία όπου ενδέχεται να εμφανιστεί μια βλάβη και το ότι παρέχεται η δυνατότητα να αξιοποιηθεί το ίδιο

προσωπικό μειώνοντας το φόρτο εργασίας. Σημαντικό μειονέκτημα, όμως, αποτελεί το ότι η ενοποίηση συστημάτων και πόρων μπορεί να οδηγήσει σε μοναδικά σημεία αποτυχίας του συστήματος.

Εναλλακτικά, είναι δυνατό, το PSAP να μη μοιράζεται τις εγκαταστάσεις του με το Κέντρο Ελέγχου. Στη περίπτωση αυτή, η επικοινωνία μεταξύ των PSAP και των Κέντρων Ελέγχου επιτυγχάνεται μέσω γραμμών μεταφοράς αποκλειστικά μισθωμένων για το σκοπό αυτό. Η ανθεκτικότητα αυτής της αρχιτεκτονικής μπορεί να ενισχυθεί με κάποιον από τους ακόλουθους τρόπους:

- Σύνδεση του Κέντρου Ελέγχου με περισσότερα του ενός δίκτυα πρόσβασης
- Διαφορικότητα και διαχωρισμό των κυκλωμάτων της σύνδεσης μεταξύ του Κέντρου Ελέγχου και των μεταγωγέων του δικτύου.
- Ύπαρξη εναλλακτικών διαδρομών δρομολόγησης μεταξύ του PSAP και του Κέντρου Ελέγχου
- Δυνατότητα να επαναδρομολογηθεί η κλήση σε διαφορετικό Κέντρο Ελέγχου όταν η αρχική δρομολόγηση αποτύχει.

5.6 Ετοιμότητα Υπηρεσιών εκτάκτων αναγκών

Η ετοιμότητα των υπηρεσιών εκτάκτων αναγκών σχετίζεται με την καταγραφή και προετοιμασία συγκεκριμένων μέτρων και ενεργειών που πρέπει να προηγηθούν από την εμφάνιση της έκτακτης ανάγκης ώστε να διασφαλιστεί η αποτελεσματική αντιμετώπιση αυτής. Η διαχείριση καταστάσεων έκτακτης ανάγκης περιλαμβάνει σχέδια, δομές και συμφωνίες που πρέπει να οριστούν ώστε να μπορέσουν οι κυβερνητικοί φορείς, οι εθελοντές και οι ιδιωτικοί φορείς να ανταπεξέλθουν με συντονισμένο και αποδοτικό τρόπο, σε όλο το φάσμα των αναγκών που μπορεί να προκύψουν από μια έκτακτη ανάγκη. Η ανωτέρω διαδικασία είναι γνωστή και ως διαχείριση καταστροφών.

Στο πλαίσιο της διαχείρισης καταστροφών είναι αναγκαία η επικοινωνία των ατόμων με τις αρχές/οργανώσεις. Οι απαιτήσεις για την επικοινωνία αυτή αναλύθηκαν στο παρόν κεφάλαιο.

Εκτός όμως από την επικοινωνία μεταξύ ατόμων και αρχών, στο πλαίσιο της ετοιμότητας των υπηρεσιών εκτάκτων αναγκών, είναι απαραίτητες τόσο η επικοινωνία μεταξύ αρχών και φορέων μεταξύ τους, η επικοινωνία των αρχών με το κοινό για

σκοπούς προειδοποίησης του κοινού και η επικοινωνία μεταξύ των ατόμων που επηρεάζονται κατά τη διάρκεια την έκτακτης ανάγκης.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία δεν γίνεται περαιτέρω ανάλυση των απαιτήσεων για αποτελεσματική επικοινωνία των ανωτέρω ομάδων.

Το Ευρωπαϊκό Ινστιτούτο Τηλεπικοινωνιακών Προτύπων (European Telecommunications Standards Institute (ETSI)), αναγνωρίζοντας τη σημασία των τηλεπικοινωνιών για την αντιμετώπιση των εκτάκτων αναγκών, θέσπισε την ομάδα EMTEL (Emergency Telecommunications Group) με σκοπό την έκδοση προτύπων που αφορούν τις τηλεπικοινωνίας σε έκτακτες ανάγκες.

Στο πλαίσιο της λειτουργίας της η ομάδα EMTEL εξέδωσε τα ακόλουθα Πρότυπα:

- TS 102 181, με αντικείμενο τις απαιτήσεις για αποτελεσματική επικοινωνία μεταξύ των διαφόρων φορέων κατά τη διάρκεια μιας κρίσης.
- TS 102 182, με αντικείμενο τις απαιτήσεις για αποτελεσματική επικοινωνία των αρχών με άτομα, ομάδες ατόμων και κοινό
- TR 102 410, με αντικείμενο τις ελάχιστες απαιτήσεις για να διασφαλιστεί η επικοινωνία μεταξύ των ατόμων κατά τη διάρκεια μιας κρίσης λαμβάνοντας υπόψη ότι οι υποδομές βρίσκονται σε άσχημη κατάσταση λόγω κάποιας καταστροφής.

6 Συμπεράσματα-Συμβολή

Αναμφισβήτητα, οι τηλεπικοινωνίες είναι αναπόσπαστο μέρος της καθημερινότητας των σύγχρονων ανθρώπων. Μέσω του ιστότοπου (<http://www.eett.gr/οpencms/οpencms/EETT/Consumer/QualityIndicators/>) της αρμόδιας για τηλεπικοινωνιακά ζητήματα, εθνικής Ρυθμιστικής Αρχής, Ε.Ε.Τ.Τ., δίδεται πρόσβαση στους καταναλωτές σε δείκτες ποιότητας α) σταθερής τηλεφωνίας β) κινητής τηλεφωνίας γ) σταθερών ευρυζωνικών υπηρεσιών και υπηρεσιών VoIP δ) εξυπηρέτησης τελικών χρηστών ε) πληροφοριών καταλόγου. Μέσω των ανωτέρω δεικτών ποιότητας, ο καταναλωτής είναι σε θέση να συγκρίνει την ποιότητα προσφερόμενης υπηρεσίας εκ μέρους των διαφόρων τηλεπικοινωνιακών παρόχων και να επιλέξει ανάλογα με τις ανάγκες και τις απαιτήσεις του, τον περισσότερο συμφέροντα πάροχο. Ασφαλώς, οι δείκτες ποιότητας παρέχουν συγκριτικά μεγέθη που διευκολύνουν την επιλογή των καταναλωτών. Δεν έχουν οριστεί, όμως, ακόμα οι επιθυμητές τιμές των ανωτέρω δεικτών ποιότητας.

Στον Ο.Τ.Ε., ως ο κυρίαρχος, τηλεπικοινωνιακός πάροχος στην Ελλάδα, ανήκει η εκμετάλλευση του τοπικού βρόχου. Μέσω της αδεσμοποίητης πρόσβασης, ο τοπικός βρόχος περιέχεται στην πλήρη εκμετάλλευση του εναλλακτικού τηλεπικοινωνιακού παρόχου, που κατ' αυτόν τον τρόπο χρησιμοποιεί κατά αποκλειστικότητα τον τοπικό βρόχο και παρέχει υπηρεσίες στον τελικό χρήστη. Ο τοπικός βρόχος δεν παύει, όμως, να ανήκει ως υποδομή στον Ο.Τ.Ε. Ευθύνη της Ε.Ε.Τ.Τ. είναι να διευκρινίσει ποιος είναι υπαίτιος και ποιος οφείλει να διορθώσει οποιαδήποτε βλάβη στον τοπικό βρόχο, ο κυρίαρχος ή κάποιος εναλλακτικός πάροχος. Το αρχικό νομικό ρυθμιστικό πλαίσιο ήταν έλλειπες, καθώς δεν ανταποκρινόταν στις ανάγκες της εποχής και δεν αντανάκλούσε το εύρος των προσφερόμενων υπηρεσιών. Στο πλαίσιο της διπλωματικής εργασίας, μελετήθηκαν οι πρακτικές διεθνών φορέων (ITU, ETSI, ENISA, Broadband forum κ.α.), χρησιμοποιήθηκαν έρευνες και αποφάσεις Ρυθμιστικών Αρχών άλλων Ευρωπαϊκών χωρών και προτάθηκαν στην Ε.Ε.Τ.Τ. οι κατάλληλες μετρήσεις, οι επιθυμητές τιμές των μετρήσεων και ο τρόπος διενέργειας των μετρήσεων. Χρησιμοποιώντας μέρος των προτάσεων αυτών και της έρευνας που προηγήθηκε, η Ε.Ε.Τ.Τ. με την Απόφαση 675/09 ανανέωσε και επικαιροποίησε το

προϋπάρχουν ρυθμιστικό πλαίσιο. Εντούτοις, ακόμα και το νέο ρυθμιστικό πλαίσιο αφορά ρυθμίσεις ηλεκτρικών μεγεθών που αντανακλούν τη λειτουργικότητα υπηρεσιών των παραδοσιακών δικτύων POTS. Πλέον, όμως, τα δίκτυα υποστηρίζουν κυρίως ευρυζωνικές υπηρεσίες. Μετρήσεις που αντανακλούν τη λειτουργικότητα του τοπικού βρόχου και για τις υψηλές και για τις χαμηλές συχνότητες δεν υπάρχουν στη διεθνή βιβλιογραφία. Κρίνεται, λοιπόν αναγκαία η επέκταση των μετρήσεων ώστε να αντανακλούν τη λειτουργικότητα και την ποιότητα τόσο της παραδοσιακής τηλεφωνίας όσο και ευρυζωνικών xDSL υπηρεσιών.

Αναγνωρίζοντας την σημασία των τηλεπικοινωνιών σε περιπτώσεις εκτάκτων αναγκών και καταστροφών ή άλλου είδους καταστροφών, με το Άρθρο 23 της Οδηγίας 2002/22, η Ευρωπαϊκή Ένωση υποχρεώνει τα Κράτη-Μέλη να εξασφαλίσουν τη διαθεσιμότητα του δημοσίου τηλεφωνικού δικτύου και την αδιάλειπτη πρόσβαση σε υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης, ακόμα και σε περίπτωση καταστροφικής βλάβης του δικτύου ή ανωτέρας βίας (force majeure). Ευθύνη της Ε.Ε.Τ.Τ ήταν να εκδώσει το ρυθμιστικό πλαίσιο ώστε οι τηλεπικοινωνιακοί πάροχοι να εναρμονιστούν με την ανωτέρω κοινοτική οδηγία. Η Ε.Ε.Τ.Τ. είναι από τις πρώτες εθνικές ρυθμιστικές αρχές που έσπευσαν να εργαστούν για να εκδώσουν το ρυθμιστικό πλαίσιο αυτό. Στο πλαίσιο της διπλωματικής εργασίας μελετήθηκαν εκτενώς η αρμόδια ομάδα του ETSI για ζητήματα τηλεπικοινωνιών εκτάκτων αναγκών (EMTEL-Emergency Telecommunications, ETSI), το αντίστοιχο focus group της ITU (Focus Group on Disaster Relief Systems, Network resilience & recovery) και πληθώρα τεχνικών εκθέσεων του ENISA σχετικών με το θέμα των επικοινωνιών σε καταστάσεις εκτάκτων αναγκών. Με βάση τα αποτελέσματα της μελέτης που διεξήγαγα και κατόπιν επικοινωνίας και με Ρυθμιστικές Αρχές άλλων Ευρωπαϊκών χωρών, προτάθηκαν στην Ε.Ε.Τ.Τ. , μέτρα που θα ενίσχυαν τη διαθεσιμότητα των δημοσίων τηλεφωνικών δικτύων και την αδιάλειπτη πρόσβαση σε υπηρεσίες εκτάκτων αναγκών ακόμα και σε περίπτωση καταστροφικής βλάβης ή ανωτέρας βίας. Το Φεβρουάριο του 2014, η Ε.Ε.Τ.Τ. εξέδωσε Σχέδιο Εισήγησης προς Δημόσια Διαβούλευση σχετικά με τις ελάχιστες υποχρεώσεις των παρόχων ώστε να διασφαλίζουν τη διαθεσιμότητα δημοσίων τηλεφωνικών υπηρεσιών και την αδιάλειπτη πρόσβαση σε υπηρεσίες εκτάκτων αναγκών σε περίπτωση καταστροφικής βλάβης ή ανωτέρας βίας. Κατά τη συλλογή των απαραίτητων στοιχείων για τη

παρούσα διπλωματική εργασία έγινε σαφές ότι οι έννοιες της ανθεκτικότητας και ακεραιότητας δικτύου, αν και είναι πρωταρχικής σημασίας για τους τηλεπικοινωνιακούς οργανισμούς, δεν έχουν μελετηθεί εκτενώς. Είναι απαραίτητη η συνεργασία όλων των ενδιαφερομένων φορέων, ώστε να προκύψει ένα ενιαίο ρυθμιστικό πλαίσιο που να διασφαλίζει την ανθεκτικότητα των δικτύων και να μελετηθούν δείκτες και εργαλεία που θα μπορούσαν να βοηθήσουν τα ενδιαφερόμενα μέλη να έχουν ασφαλή εικόνα για την ανθεκτικότητα και την ακεραιότητα των δικτύων και συστημάτων τους.

Βιβλιογραφία

- [1] ΦΕΚ 2417/Β/1-11-2011, Απόφαση υπ' αριθμόν 621/011/27-09-2011
- [2] ETSI EG 202 057-2, V1.3.1
«Speech Processing, Transmission and Quality Aspects (STQ); User related QoS parameter definitions and measurements; Part 2: Voice telephony, Group 3 fax, modem data services and SMS», February 2009
- [3] ITU-T G.107
«The E-model: a computational model for use in transmission planning», November 2012
- [4] ITU-T G.108, Amendment 2
« Application of the E-model: A planning guide
Amendment 2: New Appendix II – Planning examples regarding delay in packet-based networks », Marche 2004
- [5] ITU-T G.109, Amendment 1
« Definition of categories of speech transmission quality
Amendment 1: New Appendix I –The E-model-based quality contours for predicting speech transmission quality and user satisfaction from time-varying transmission impairments», January 2007
- [6] ETSI TS 102 250-2 V2.2.1
«Speech and multimedia Transmission Quality (STQ); QoS aspects for popular services in mobile networks;
Part 2: Definition of Quality of Service parameters and their computation», April 2011
- [7] ETSI TS 102 250-5 V1.6.1.
«Speech and multimedia Transmission Quality (STQ); QoS aspects for popular services in GSM and 3G networks;
Part 5: Definition of typical measurement profiles», June 2009
- [8] ETSI TS 100 392-16 V1.2.1
«Terrestrial Trunked Radio (TETRA); Voice plus Data (V+D);
Part 16: Network Performance Metrics», September 2006
- [9] <http://www.eett.gr/opencms/opencms/EETT/Consumer/QualityIndicators/Mobile/>

- [10] ETSI TR 102 678 V1.2.1
«Speech and multimedia Transmission Quality (STQ);
QoS Parameter Measurements based on fixed Data Transfer Times», May 2011
- [11] <http://www.gr-ix.gr>
- [12] ETSI TR 102 505 V1.2.1
«Speech and multimedia Transmission Quality (STQ);
Development of a Reference Web page», December 2011
- [13] ETSI TS 102 250-6 V1.2.1
«Speech Processing, Transmission and Quality Aspects (STQ); QoS aspects for popular
services in GSM and 3G networks;
Part 6: Post processing and statistical methods», October 2004
- [14] ETSI TS 102 250-4 V1.1.1
«Speech Processing, Transmission and Quality Aspects (STQ); QoS aspects for popular
services in GSM and 3G networks;
Part 4: Requirements for Quality of Service measurement equipment», October 2003
- [15] ETSI TS 100 910 V8.20.0
«Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Radio transmission and
reception
(3GPP TS 05.05 version 8.8.0 Release 1999)», December 2005
- [16] Ιάκωβος Βενιέρης,
«Δίκτυα Ευρείας Ζώνης :Τεχνολογίες και Εφαρμογές με έμφαση στο Διαδίκτυο» ,2013
- [17] http://el.wikipedia.org/wiki/Digital_subscriber_line_access_multiplexer
- [18] http://commons.wikimedia.org/wiki/File:XDSL_Connectivity_Diagram_fr.svg
- [19] http://en.wikipedia.org/wiki/Broadband_Remote_Access_Server
- [20] ITU-T G992.1
«SERIES G: TRANSMISSION SYSTEMS AND MEDIA, DIGITAL SYSTEMS AND NETWORKS
Digital transmission systems – Digital sections and digital line system – Access networks
Asymmetric digital subscriber line (ADSL) Transceivers», June 1999
- [21] ΦΕΚ 3402/Β/20-12-2012 , Απόφαση υπ’ αριθμόν 675/09

- [22] ITU-T G.996.2
«SERIES G: TRANSMISSION SYSTEMS AND MEDIA, DIGITAL SYSTEMS AND NETWORKS
Digital sections and digital line system – Access networks
Single-ended line testing for digital subscriber Lines (DSL) », May 2009
- [23] Broadband forum, technical report TR-286 , issue I
«Testing of Metallic Line Testing (MELT) functionality on xDSL Ports», December 2012
- [24] ENISA, «Measurement Framework and Metrics for Resilient Networks and Services: Challenges and Recommendations», February 2011
- [25] ENISA, «Measurement Framework and Metrics for Resilient Networks and Services: Technical Report», February 2011
- [26] <http://www.dhs.gov/office-emergency-communications-technical-assistance-program>
- [27] Directive 2002/22/EC of the European Parliament and the Council
«On universal service and users' rights relating to electronic communications networks and services (Universal Service Directive) », 7 March 2002
- [28] ΕΕΤΤ, Εθνική Επιτροπή Τηλεπικοινωνιών Και Ταχυδρομείων
«Δημόσια Διαβούλευση αναφορικά με το Σχέδιο Εισήγησης σχετικά με τις Ελάχιστες Υποχρεώσεις για τη διασφάλιση της Διαθεσιμότητας Δημοσίων τηλεφωνικών υπηρεσιών σε περίπτωση καταστρεπτικής βλάβης ή σε περίπτωση ανωτέρας βίας και της αδιάλειπτης πρόσβασης σε υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης», Φεβρουάριος 2014
- [29] British Standard, BS 25999-1
«Business continuity management-Part 1: Code of practice», 2006
- [30] [29] British Standard, BS 25999-1
«Business continuity management-Part 2: Specification», 2007
- [31] International Organization for Standardization (ISO) & International Electrotechnical Commission (IEC), ISO/IEC 27001:2013
«Information technology— Security techniques — Information security management systems — Requirements», 2013
- [32] ENISA, «National Roaming for Resilience»
«National roaming for mitigating mobile network outages», November 2013

[33] Directive 2009/136/EC of the European Parliament and the Council «amending Directive 2002/22/EC on universal service and users' rights relating to electronic communications networks and services, Directive 2002/58/EC concerning the processing of personal data and the protection of privacy in the electronic communications sector and Regulation (EC) No 2006/2004 on cooperation between national authorities responsible for the enforcement of consumer protection laws», 25 November 2009

[34] ETSI TR 102 180 V1.3.1, Emergency Communications (EMTEL), «Basis of requirements for communication of individuals with authorities/organizations in case of distress (Emergency call handling) », September 2011

[35] ETSI TR 102 476 V1.1.1, Emergency Communications (EMTEL); «Emergency calls and VoIP: possible short and long term solutions and standardization activities», July 2008

[36] ETSI TR 102 444 V1.1.1 «Analysis of the Short Message Service (SMS) and Cell Broadcast Service (CBS) for Emergency messaging applications; Emergency Messaging; SMS and CBS», February 2006

