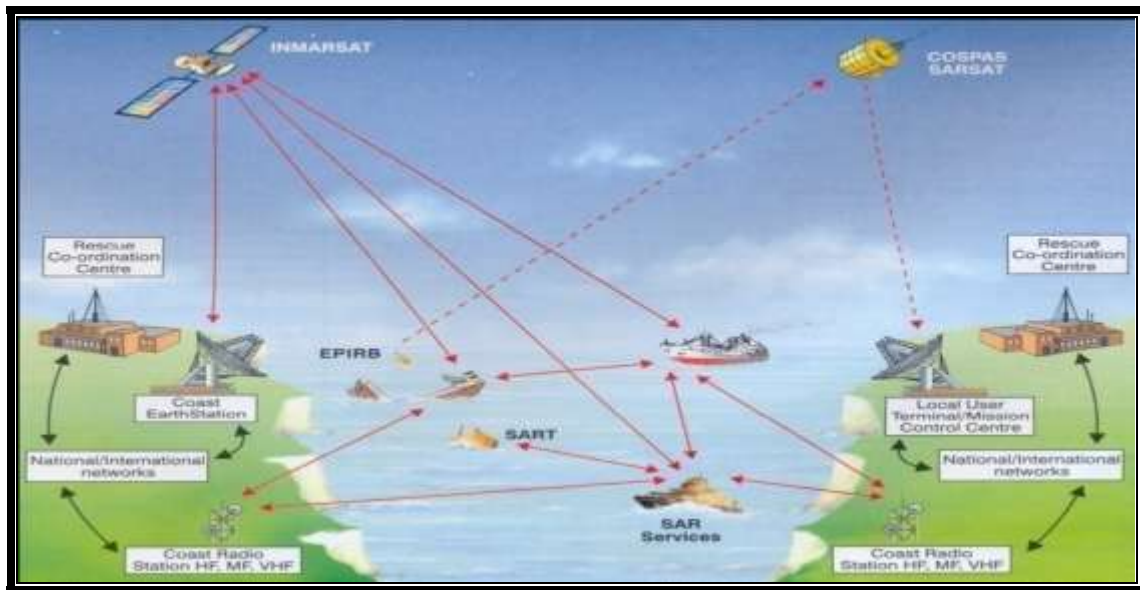




ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ  
ΤΟΜΕΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ  
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΛΙΚΩΝ

Μελέτη Σύγχρονων Συστημάτων Παροχής Υψηλής Ποιότητας  
Τηλειατρικών Υπηρεσιών για χειρισμό και αντιμετώπιση των ιατρικών  
και υγειονομικών προβλημάτων στην Ελληνική Ναυσιπλοΐα.



## ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Μαρίνου Γ. Σαραντινού

### ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ :

ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ Δ. ΠΑΝΑΓΟΠΟΥΛΟΣ (Λέκτορας ΕΜΠ)

Αθήνα, Μάρτιος 2013



**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ  
ΤΟΜΕΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ  
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΛΙΚΩΝ**

**Μελέτη Σύγχρονων Συστημάτων Παροχής Υψηλής Ποιότητας  
Τηλειατρικών Υπηρεσιών για χειρισμό και αντιμετώπιση των ιατρικών  
και υγειονομικών προβλημάτων στην Ελληνική Ναυσιπλοΐα.**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

Μαρίνου Γ. Σαραντινού

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ :**

ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ Δ. ΠΑΝΑΓΟΠΟΥΛΟΣ (Λέκτορας ΕΜΠ)

Εγκρίθηκε από την τριμελή επιτροπή την Παρασκευή 1<sup>η</sup> Μαρτίου 2013

.....  
Αθανάσιος Δ. Παναγόπουλος

.....  
Φίλιππος Κωνσταντίνου

.....  
Ιωάννης Κανελλόπουλος

**Βαθμολογία Διπλωματικής : ...../.....**

.....  
Μαρίνος Γ. Σαραντινός

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών Ε.Μ.Π

Copyright © Μαρίνος Γ. Σαραντινός, 2013

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 τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευτεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός αυτής της διπλωματικής εργασίας είναι η μελέτη και η αναλυτική παρουσίαση σύγχρονων συστημάτων παροχής υψηλής ποιότητας τηλεϊατρικών υπηρεσιών, για τον χειρισμό και την αντιμετώπιση ιατρικών και υγειονομικών προβλημάτων στην Ελληνική Ναυσιπλοΐα. Αρχικά δίνονται οι ορισμοί των όρων της Τηλεϊατρικής και της Τηλεμετρίας. Επίσης πραγματοποιείται μια μικρή αναδρομή στους Τομείς καθώς και στους σταθμούς της Ιστορίας της Τηλεϊατρικής.

Γίνεται αναφορά στις ανάγκες δημιουργίας συστημάτων Τηλεϊατρικής, ενώ παρουσιάζονται και οι Τεχνολογίες Επικοινωνιών αλλά και η Αρχιτεκτονική Συστημάτων Τηλεϊατρικής. Δίνονται σύγχρονες τεχνολογίες δικτύων και επικοινωνιών με εφαρμογή στην Τηλεϊατρική, ενώ γίνεται ανάλυση σε ζητήματα ασφαλείας και υποδομών - εφαρμογών Τηλεϊατρικής σε πλοία.

Παρουσιάζονται κλινικές εφαρμογές της Τηλεϊατρικής, ενώ αναλύονται συστήματα ασύρματης και επείγουσας Τηλεϊατρικής.

Κεντρικός άξονας της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας είναι και η παρουσίαση της χρήσης των δορυφορικών επικοινωνιών (χρήση WSNs – WBAN) – δορυφορικού Internet ενώ γίνεται λεπτομερής περιγραφή σε προγράμματα και συστήματα Τηλεϊατρικής σε πλοία, ενώ παράλληλα αναλύεται σχέδιο εγκατάστασης Τηλεϊατρικής Μονάδας επειγόντων περιστατικών.

Κλείνοντας παρουσιάζεται μοντέλο τηλεϊατρικής που χρησιμοποιεί τα πλέον εξελιγμένα εργαλεία και συστήματα, ενώ συνοψίζεται η προσφορά της τηλεματικής στα πλοία αλλά και η βελτίωση της υπάρχουσας κατάστασης στον χώρο της Τηλεϊατρικής.

**Λέξεις κλειδιά:** τηλεϊατρική, τηλεμετρία, τηλεδιάγνωση, τεχνολογίες στην τηλεϊατρική, κλινικές εφαρμογές τηλεϊατρικής, ασύρματα συστήματα τηλεϊατρικής, WSNs, WBAN, συστήματα τηλεϊατρικής σε πλοία, NIVEMES, MERMAID, TELE-IASIS, GALENOS, MEDASHIP, ΓΛΑΡΟΣ.

## ABSTRACT

The aim of this thesis is the study and the analytical presentation of modern systems providing high quality telemedicine services for handling and treatment medical and health problems in Greek shipping. In the beginning of this thesis are given the definitions of telemedicine and telemetry while a report is given in the Fields and the Milestones Stations of Telemedicine History.

The needs for the development of Telemedicine systems are presented. The Telecom technologies and the Telemedicine System Architectures in Telemedicine are discussed. A description of modern communications and network technologies is given with application in telemedicine and a discussion on issues regarding security and infrastructure Telemedicine in ships is made. Moreover, a discussion is made in featured Clinical Applications of Telemedicine specifically on wireless systems and emergency telemedicine are thoroughly presented.

Another fundamental part of this centerpiece is the presentation of the employment in using satellite communications (use of WSNs - WBAN) - Satellite Internet in Telemedicine Applications. A detailed description of programs and Telemedicine systems on ships and a plan in Telemedicine Unit in case of emergencies are described.

Closing a telemedicine model using the most advanced tools and systems is described, and a summary in the contribution of telematics in ships in order to improve the current situation in the field of Telemedicine is given.

**Key words:** telemedicine, telemetry, remote diagnostics, telemedicine technologies, clinical applications, telemedicine, wireless telemedicine systems, WSNs, WBAN, telemedicine systems on ships, NIVEMES, MERMAID, TELE-IASIS, GALENOS, MEDASHIP, GLAROS.

## **ΘΕΡΜΕΣ ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω από καρδιάς το Λέκτορα κ. Αθανάσιο Παναγόπουλο που με εμπιστεύτηκε αναθέτοντας μου την παρούσα προπτυχιακή διπλωματική εργασία, καθώς και για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγησή του κατά την εκπόνησή της. Η συνεργασία μας και η σωστή καθοδήγησή του υπήρξαν καθοριστικοί παράγοντες στην επίτευξη αυτού του αποτελέσματος.

Επιπλέον, θα ήθελα να εκφράσω τις θερμότερες ευχαριστίες μου, στους Καθηγητές της σχολής ΗΜΜΥ του ΕΜΠ για το ενδιαφέρον και το χρόνο που μου διέθεσαν κατά την διάρκεια της φοίτησης μου. Χωρίς τη συνδρομή τους δε θα ήταν δυνατό να ολοκληρώνα την εργασία αλλά και την φοίτηση μου στην σχολή.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ οφείλω στην σύζυγο μου Αδαμαντίνη για την υποστήριξη, έμπρακτη και ψυχολογική αλλά και για την υπομονή που υπέδειξε καθ' όλη τη διάρκεια της προσπάθειάς μου.

Θα ήθελα ιδιαίτερα να ευχαριστήσω για την μοναδική συμπαράσταση που μου παρείχε, τον γιό μου Στρατή – Γρηγόρη Σαραντινό, και του εύχομαι ολόψυχα να γίνει και αυτός στα δεκαοκτώ του, αποδέκτης της διδασκαλίας και των γνώσεων των Καθηγητών της σχολής ΗΜΜΥ του ΕΜΠ.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τον τ. Πρύτανη του Ε.Μ.Π. Καθηγητή κ. Κώστα Μουτζούρη, τον Δήμαρχο Λέσβου κ. Δημήτριο Βουνάτσο, τον κ. Ε. Λαμπρινίδη, την κ. Α. Αντωνέλλη, την κ. Αρτεμίδου (Γραμματεία Ηλεκτρολόγων), την κ. Θ. Κουφού, τον προϊστάμενο της υπηρεσίας μου κ. Κώστα Τζελαή και τον αδελφό μου Δρ. Στρατή Σαραντινό για την στήριξη τους κατά την διάρκεια της προσπάθειας μου.

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

<b>1. Εισαγωγή</b>	<b>14</b>
1.1 Ορισμός Τηλεϊατρικής – Τηλεμετρίας	14
1.2 Σταθμοί στην Ιστορία της Τηλεϊατρικής	16
1.3 Τομείς Τηλεϊατρικής	18
1.4 Εφαρμογές και οφέλη Τηλεϊατρικής	23
1.5 Η Τηλεϊατρική στην Ελλάδα	28
1.6 Αναφορά εγκαταστάσεων συστημάτων τηλεϊατρικής σε νησιά της χώρας	34
1.7 Διεθνή Προγράμματα Τηλεϊατρικής	36
1.8 Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας	37
<b>2. Τεχνολογίες στην Τηλεϊατρική</b>	<b>39</b>
2.1 Τηλεματικές υπηρεσίες	39
2.2 Πρωτόκολλα Επικοινωνίας	42
2.3 Τηλεματικές Συσκευές	46
2.4 Ανάγκες δημιουργίας συστημάτων Τηλεϊατρικής	52
2.5 Τεχνολογίες – Αρχιτεκτονική Συστημάτων Τηλεϊατρικής	58
2.6 Αναλυτική περιγραφή συστήματος (υποσυστημάτων τηλεϊατρικής)	69
2.7 Ολοκληρωμένη Πλατφόρμα Κλινικής Τηλεϊατρικής	71
2.8 Ασφάλεια από τον σχεδιασμό ως την εγκατάσταση	75
2.9 Τοπικό δίκτυο (LAN)	76
2.10 Σύγχρονες τεχνολογίες δικτύων και επικοινωνιών με εφαρμογή στην Τηλεϊατρική	77
2.11 Δίκτυα ευρείας ζώνης	81
2.12 Τεχνολογίες τηλεπικοινωνιών στην Τηλεϊατρική	83
2.13 Ζητήματα ασφαλείας και υποδομές σε εφαρμογές τηλεματικής σε πλοία	84
2.14 Αναγκαιότητα Προτυποποίησης στα συστήματα Τηλεϊατρικής	85

<b>3. Κλινικές Εφαρμογές Τηλεϊατρικής</b>	<b>89</b>
3.1 Τηλεσυμβουλευτική και Τηλεδιάγνωση	89
3.2 Συνεργατική Διάγνωση	90
3.3 Τηλεφροντίδα στο σπίτι	90
3.4 Τηλεκπαίδευση	91
3.5 Τηλεακτινολογία	92
3.6 Τηλεχειρουργική	93
3.7 Τηλεραδιολογία	95
3.8 Τηλεπαθολογία	99
3.9 Τηλεδερματολογία	99
3.10 Τηλεοφθαλμολογία	102
3.11 Τηλεψυχιατρική	103
<b>4. Ασύρματα Συστήματα Τηλεϊατρικής</b>	<b>105</b>
4.1 Ασύρματα δίκτυα και τεχνολογίες	105
4.2 Τύποι πληροφορίας-συμπύεση δεδομένων	108
4.3 Συστήματα Ασύρματης Τηλεϊατρικής	119
4.4 Φορητά συστήματα ελέγχου στην Τηλεϊατρική	122
4.5 Συστήματα Επείγουσας Τηλεϊατρικής	124
<b>5. Δορυφορικές Επικοινωνίες στην Τηλεϊατρική</b>	<b>129</b>
5.1 Κατηγορίες δορυφόρων	129
5.2 Δορυφορικές επικοινωνίες	134
5.3 Χρήση των δορυφορικών επικοινωνιών στην τηλεϊατρική	140
5.4 Χρήση WSNs στην τηλεϊατρική	147
5.5 Το WBAN οδηγός στην πραγματοποίηση ιδεών της τηλεϊατρικής	152
5.6 Δορυφορικό Internet	156
<b>6. Τηλεϊατρική και Ναυσιπλοΐα</b>	<b>163</b>
6.1 Εισαγωγή	163
6.2 Υπηρεσίες τηλεϊατρικής μέσω ΟΤΕ	163
6.3 Εφαρμογές Τηλεϊατρικής στην Ναυσιπλοΐα	167
6.4 Ανάλυση σχεδίου εγκατάστασης τηλεϊατρικής μονάδας επειγόντων περιστατικών	168



6.5 Διαφύλαξη της υγείας των ναυτικών εν πλω	172
6.6 Πρόγραμμα-Συστήματα τηλεϊατρικής για πλοία (ανάλυση συστημάτων)	173
6.6.1 NIVEMES	174
6.6.2 MERMAID	175
6.6.3 TELE-IASIS	178
6.6.4 WETS	180
6.6.5 GALENOS	181
6.6.6 MEDASHIP	186
6.6.7 ΓΛΑΡΟΣ	189
6.6.8 Εξέταση άλλων συστημάτων που προσφέρουν σαφή πλεονεκτήματα	190
6.7 Μοντέλο Τηλεϊατρικής που θα χρησιμοποιεί τα πλέον εξελιγμένα εργαλεία και συστήματα που υπάρχουν σήμερα	198
<b>7. Σύνοψη – Συμπεράσματα</b>	<b>199</b>
7.1 Η προσφορά της τηλεματικής στα πλοία	199
7.2 Συμπεράσματα	201
7.3 Βελτίωση της υπάρχουσας κατάστασης στο χώρο της τηλεϊατρικής	201
<b>Βιβλιογραφία</b>	<b>203</b>

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1.1 :	Εξώφυλλο του περιοδικού Radio News	17
Εικόνα 1.2 :	Μία οθόνη από το σύστημα Telemed	25
Εικόνα 1.3 :	Σύστημα Δήμου Τρικάλων	32
Εικόνα 1.4 :	Ψηφιακό πιεσόμετρο, σπιρόμετρο, ψηφιακό στηθοσκόπιο και άλλα εξειδικευμένα περιφερειακά.	33
Εικόνα 1.5 :	Επιλεγμένα ιατρεία του έργου "Προμήθεια συστημάτων τηλεϊατρικής"	35
Εικόνα 2.1 :	Διαδικασία επικοινωνίας μεταξύ web server και χρήστη	43
Εικόνα 2.2 :	Τυπική συσκευή εικονοτηλεφώνου	49
Εικόνα 2.3 :	Δίκτυο HELLASPAC	60
Εικόνα 2.4 :	Δίκτυο HELLASCOM	63
Εικόνα 2.5 :	Δίκτυο ISDN	64
Εικόνα 2.6 :	Δίκτυο HELLASSTREAM	66
Εικόνα 2.7 :	Δίκτυο VPN	68
Εικόνα 2.8 :	Ηλεκτροκαρδιογράφημα	70
Εικόνα 2.9 :	Εξοπλισμός Τηλεκαρδιολογίας	70
Εικόνα 2.10:	Η χρήση του υλικού στο σχέδιο MERMAID	72
Εικόνα 2.11:	Η εφαρμογή του MERMAID	74
Εικόνα 2.12:	Βασική Πρόσβαση της γραμμής ISDN	79
Εικόνα 2.13:	Εξοπλισμός λειτουργίας της γραμμής ADSL	79
Εικόνα 2.14:	Ιδιωτικό-δημόσιο δίκτυο ATM για μεταφορά εικόνας-ήχου δεδομένων	80
Εικόνα 2.15:	Αρχή λειτουργίας δικτύων ευρείας ζώνης	82
Εικόνα 2.16:	Βασική Πρόσβαση του ISDN	86
Εικόνα 2.17:	Εξοπλισμός λειτουργίας της γραμμής ADSL	86
Εικόνα 2.18:	Ιδιωτικό-δημόσιο δίκτυο ATM για μεταφορά εικόνας-ήχου-δεδομένων	87
Εικόνα 3.1 :	Τηλεσυμβουλευτική	89

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 3.2 : Δίκτυο Ραδιολογίας	96
Εικόνα 4.1 : Στατική κωδικοποίηση κατά Huffman	114
Εικόνα 4.2 : Σχηματική απεικόνιση του συστήματος	126
Εικόνα 4.3 : Αρχιτεκτονική Ασθενοφόρου	127
Εικόνα 5.1 : Γενικό μοντέλο δορυφορικού συστήματος	134
Εικόνα 5.2 : Αναλυτικό μοντέλο επικοινωνιακού συστήματος	135
Εικόνα 5.3 : Αναλυτικό μοντέλο δορυφορικού αναμεταδότη	136
Εικόνα 5.4 : Οι AM/AM και AM/PM χαρακτηριστικές του ενισχυτή TWTA για τον Hellas-Sat 2	136
Εικόνα 5.5 : Διάλογος δορυφορικών κινητών επικοινωνιών	139
Εικόνα 5.6 : Διαδρομή σήματος σε κινητές δορυφορικές επικοινωνίες	140
Εικόνα 5.7 : Σύστημα τηλεμετρίας παρακολούθησης εντολών και ελέγχου	144
Εικόνα 5.8 : Εφαρμογές των δικτύων WSN	150
Εικόνα 5.9 : Εφαρμογές WSN στην Τηλεϊατρική	150
Εικόνα 5.10: Δορυφορικό Internet	158
Εικόνα 6.1 : Αναλυτικό σχέδιο συστήματος τηλεϊατρικής	170
Εικόνα 6.2 : Αρχιτεκτονική συστήματος επείγουσας ιατρικής σε ασθενοφόρο	171
Εικόνα 6.3 : Αρχιτεκτονική συστήματος MERMAID	176
Εικόνα 6.4 : Διανεμημένη ιατρική ευφυΐα στο δίκτυο GALENOS	181
Εικόνα 6.5 : Διαδραστική Τηλεκπαίδευση	184
Εικόνα 6.6 : Διεγχειριτική Ακτινολογική τηλεπίσκεψη	185
Εικόνα 6.7 : Δίκτυο που συνδέει το MEDASHIP με ειδικά εξοπλισμένα πλοία της Μεσογείου με τα τρία Νοσοκομεία Αναφοράς στην Αθήνα, την Γένοβα και το Βερολίνο	186
Εικόνα 6.8 : Telesonography	188
Εικόνα 6.9 : Ομαδική κλήση πλοίων που ανήκουν σε συγκεκριμένη σημαία, ανεξάρτητα από την περιοχή που βρίσκονται.	192
Εικόνα 6.10: Ομαδική κλήση σε κυκλική γεωγραφική περιοχή.	193

## **ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ**

Εικόνα 6.11: Ομαδική κλήση πλοίων σε γεωγραφική περιοχή που οριοθετείται μεταξύ συγκεκριμένων μεσημβρινών και παραλλήλων.	194
Εικόνα 6.12: Ενεργοποίηση διαδικασιών έρευνας και διάσωσης.	195
Εικόνα 6.13: Ραδιοσημαντήρες Θέσεως Κινδύνου	196
Εικόνα 6.14: Αναμεταδότης έρευνας και διάσωσης SART και ένδειξης οθόνης ραντάρ	197

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1.1: Κέντρα Υγείας που μετείχαν στη πρώτη φάση του Προγράμματος Τηλεϊατρικής του Υπουργείου Υγείας στην Ελλάδα	30
Πίνακας 1.2: Συνδεδεμένα Κέντρα Υγείας μέσω δικτύου Τηλεϊατρικής στην Ελλάδα σήμερα.	31
Πίνακας 2.1: Θεμελιώδεις δομές στην Τηλεϊατρική	83
Πίνακας 3.1: Τύπος ραδιολογικής εικόνας	97
Πίνακας 4.1: Παραδείγματα πληροφορίας στην Τηλεϊατρική	109
Πίνακας 4.2: Τυπικά παραδείγματα δεδομένων Τηλεϊατρικής και βαθμού συμπίεσης	113
Πίνακας 4.3: Βασικά Standards Ασύρματων Τηλεπικοινωνιακών Συστημάτων	119

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

## 1. Εισαγωγή

### 1.1 Ορισμός Τηλεϊατρικής –Τηλεμετρίας

Η τηλεϊατρική, σύμφωνα με την Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας ορίζεται ως η “Η παροχή ιατρικής περίθαλψης - σε περιπτώσεις που η απόσταση είναι κρίσιμος παράγοντας - από όλους τους επαγγελματίες του χώρου της υγείας χρησιμοποιώντας τεχνολογίες πληροφοριών και επικοινωνιών για την ανταλλαγή έγκυρης πληροφορίας, για τη διάγνωση, αγωγή και πρόληψη ασθενειών, την έρευνα και εκτίμηση, όπως και την συνεχή εκπαίδευση των λειτουργιών Υγείας, αλλά και για όλα αυτά που βρίσκονται στο πεδίο ενδιαφέροντος για την αναβάθμιση των υπηρεσιών υγείας της κοινωνίας”.

Με την ευρύτερη έννοια, η τηλεϊατρική αναφέρεται στην εφαρμογή σύγχρονων τεχνολογιών των τηλεπικοινωνιών και της πληροφορικής, κυρίως προς την κατεύθυνση της αμφίδρομης επικοινωνίας με μετάδοση ήχου και εικόνας που έχει σαν στόχο την παροχή ιατρικής περίθαλψης σε απομακρυσμένους ασθενείς από όλους τους επαγγελματίες του χώρου της υγείας, της τηλεμετρίας και της διακίνησης της ιατρικής γνώσης μεταξύ των ιατρικών λειτουργιών.

Επίσης σαν όρος είναι σύνθετος και προέρχεται από την ελληνική λέξη “τηλε” που σημαίνει εξ’ αποστάσεως, καθώς και από τη λέξη “ιατρική”. Στην πραγματικότητα η τηλεϊατρική θα πρέπει να θεωρηθεί ως μέρος ενός ολοκληρωμένου συστήματος ιατρικής φροντίδας, βασισμένου στην τεχνολογία της επικοινωνίας, κι όχι ως μέρος ενός ανεξάρτητου κλάδου των υπηρεσιών υγείας. Αντικειμενικός στόχος ενός τέτοιου συστήματος είναι η ποιοτική και αποτελεσματική φροντίδα των ασθενών, η οποία ευνοείται από τη βελτιστοποίηση της κατανομής των διαθέσιμων πόρων, είτε κλινικών, είτε τεχνολογικών.

Η Τηλεϊατρική στηρίζεται σε τηλεματικές τεχνολογίες κατά συνέπεια δεν μπορεί να θεωρηθεί ως μια νέα μορφή ιατρικής. Η υιοθέτηση των παραπάνω τεχνολογιών οδηγεί στην ανάπτυξη νέων προτύπων οργάνωσης και παροχής ιατρικών υπηρεσιών [1].

Οι ανάγκες της τηλεϊατρικής συνοψίζονται στα παρακάτω [2] :

- Απομακρυσμένες περιοχές με χαμηλή ποιότητα παροχής ιατρικών υπηρεσιών
- Ναυσιπλοΐα
- Κατ' οίκον νοσηλεία
- Μονάδες τουρισμού υγείας
- Επείγοντα περιστατικά
- Συμβουλευτικές μονάδες προς ιατρούς
- Τηλεκπαίδευση
- Κάλυψη σπανίων ειδικοτήτων
- Ομογενοποίηση των ιατρικών υπηρεσιών

Οι κύριοι στόχοι που θέτει η ανάπτυξη της τηλεϊατρικής είναι:

- Μεταφορά της πληροφορίας και όχι του ασθενή
- Καλύτερη ποιότητα και ευκολία πρόσβασης στις υπηρεσίες ιατρικής περίθαλψης
- Καλύτερη πληροφορία στους ασθενείς
- Ιατρική εμπειρογνομosύνη, διαθέσιμη σε όλους ανεξάρτητα από την τοποθεσία του ασθενή
- Μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα και παραγωγικότητα των υπηρεσιών ιατρικής περίθαλψης
- Γρηγορότερες και ασφαλέστερες αποφάσεις για θεραπεία, χάρη στη μεταφορά ιατρικών εικόνων και την εύκολη πρόσβαση στον ιατρικό φάκελο [2].

Η **Τηλεμετρία** αξιοποιεί ψηφιακούς και αναλογικούς αισθητήρες σε συνδυασμό με ασύρματες τηλεπικοινωνίες για την ασύρματη μετάδοση πληροφοριών μέσω της εξ' αποστάσεως έλεγχου-εποπτεία. Επίσης γεφυρώνει το γεωγραφικό χάσμα μεταξύ σημείων ενδιαφέροντος και πληροφοριών και του κέντρου διαχείρισης και λήψης αποφάσεων [2].

Εκτενής αναφορά στους σταθμούς ιστορίας της τηλεϊατρικής πραγματοποιείται στην επόμενη παράγραφο.

## **1.2 Σταθμοί στην Ιστορία της Τηλεϊατρικής**

Η γενικότερη ιδέα διεξαγωγής των ιατρικών εξετάσεων μέσω τηλεπικοινωνιακού συστήματος δεν είναι νέα και λίγο μετά την εφεύρεση του τηλεφώνου έγιναν προσπάθειες για την μετάδοση των ήχων της καρδιάς και των πνευμόνων σε ένα καταρτισμένο με το αντίστοιχο αντικείμενο γιατρό που θα μπορούσε να αξιολογήσει την κατάσταση των οργάνων. Παρόλα αυτά η κακής ποιότητας μετάδοση είχε σαν αποτέλεσμα την αποτυχία των πρώτων προσπαθειών και χρονολογικά οι σταθμοί αυτοί είναι οι εξής [4,5,6,7] :

**1906:** Μετάδοση ηλεκτροκαρδιογραφήματος που έλαβε χώρα στο Eindhoven της Ολλανδίας από τον πατέρα της ηλεκτροκαρδιογραφίας μέσω τηλεφωνικών γραμμών το 1906, όπου έγραψε το σχετικό άρθρο με τίτλο “ Le telecardiogramme ” στα περιεχόμενα του επιστημονικού περιοδικού “ Archives Internationales Physiologie”.

**1920:** Νορβηγία τηλεϊατρική στα πλοία και σε αυτήν την περίπτωση οι γιατροί που βρίσκονταν κοντά στις ακτές, με την χρήση κατάλληλων πομπών, βοηθούσαν στην αντιμετώπιση επειγόντων περιστατικών σε πλοία.

**1924:** Η πρώτη έκθεση για την τηλεϊατρική, όπως αυτή παρουσιάζεται στο εξώφυλλο του περιοδικού “ Radio News ” τον Απρίλη του 1924 και στην οποία ένας γιατρός που μπορούσε να μιλά με τον ασθενή του σε πραγματικό χρόνο μέσω ραδιοκυμάτων, όπως δείχνει η εικόνα 1.1. Θα πρέπει να σημειωθεί επίσης ότι στο άρθρο συμπεριλαμβανόταν και ένα απλό σχέδιο του ηλεκτρονικού διαγράμματος που περιελάμβανε όλα τα τότε θαύματα της τεχνολογίας.





**Εικόνα 1.1 : Εξώφυλλο του περιοδικού Radio News [8]**

**1957 :** Τηλεϊατρική στο διάστημα και στις 3 Νοέμβρη με την ευκαιρία της εκτόξευσης του πυραύλου Sputnik2 οι επιστήμονες απο την πρώην Σοβιετική Ένωση μελέτησαν πολύ προηγμένα συστήματα τηλεϊατρικής για την τότε εποχή, μιας και ήταν σε θέση να παρατηρήσουν τη κατάσταση της υγείας της Λάικας του πρώτου έμψυχου οργανισμού (σκύλος) που βγήκε στο διάστημα. Εξαιτίας προβλημάτων υψηλής θερμοκρασίας στο διαστημόπλοιο ( 40° C) το ταξίδι για τη Λάικα διήρκησε μονάχα 2 ημέρες. Η εμπειρία όμως που αντλήθηκε και στον τομέα της τηλεϊατρικής ήταν όμως πολύ σημαντική για τις μετέπειτα πτήσεις του ανθρώπου.

**1964 :** Η πρώτη εφαρμογή στον τομέα της τηλεψυχιατρικής στο ψυχιατρικό ινστιτούτο της Nebraska που ήταν ένα από τα πρώτα ιδρύματα στον κόσμο που συνδέθηκε, χρησιμοποιώντας αμφίδρομο κλειστό κύκλωμα τηλεόρασης με το κρατικό νοσοκομείο του Norfolk, 112 μίλια μακριά. Η σύνδεση χρησιμοποιήθηκε για την εκπαίδευση και για την παροχή συμβουλών στους γιατρούς του ψυχιατρικού ιδρύματος.

**1967:** Στο Νοσοκομείο της Μασαχουσέτης εγκαταστάθηκε τηλεϊατρικός σταθμός που παρείχε ιατρικές υπηρεσίες 24 ώρες το 24ωρο σε εργαζομένους του αεροδρομίου καθώς και σε έκτακτα περιστατικά ταξιδιωτών.

**1970:** Στη χρήση δορυφόρων ATS-6 έγινε εφικτή η σύνδεση απομονωμένων περιοχών, όπως η Αλάσκα και περιοχές του Καναδά , με νοσοκομεία απομακρυσμένων πόλεων.

**1977:** Στην Αστροναυτική , όπου το καναδικό Memorial University of Newfoundland συμμετείχε στο καναδικό διαστημικό πρόγραμμα για την παροχή τηλεϊατρικών υπηρεσιών μέσω του αμερικανοκαναδικού δορυφόρου Hermes.

**1989:** Χρησιμοποιήθηκε η τηλεϊατρική σε φυσική καταστροφή μετά από ένα μεγάλο σεισμό στο Γερεβάν της Αρμενίας (τότε μέλος της Σοβιετικής Ένωσης). Εφαρμόστηκε, υπό την καθοδήγηση της αμερικανοσοβιετικής ομάδας εργασίας στην διαστημική βιολογία, ένα μίας κατεύθυνσης τηλειατρικό δίκτυο μεταξύ του Γερεβάν και τεσσάρων (4) ιατρικών κέντρων στην Αμερική. Οι τομείς της τηλεϊατρικής παρουσιάζονται στην παρακάτω παράγραφο.

### **1.3 Τομείς Τηλεϊατρικής**

#### **Τηλεακτινολογία**

Είναι ο τομέας της τηλεϊατρικής που σχετίζεται με την μετάδοση ακτινολογικών εικόνων, όπως η ακτινογραφία, (αξονική και μαγνητική τομογραφία) από ένα απομακρυσμένο σημείο σε ένα άλλο για την γνωμάτευση και παροχή συμβούλων θεραπείας. Από τα πρώτα συστήματα τηλεακτινολογίας είχε εγκατασταθεί στην δεκαετία του 1930 σε Βρετανικό κρουαζιερόπλοιο.

Η λειτουργία ενός τηλεακτινολογικού κέντρου βασίζεται στην ψηφιοποίηση των προς μετάδοση ακτινολογικών εικόνων. Αυτή η ψηφιοποίηση των φιλμ πραγματοποιείται είτε μέσω συστήματος διαφανοσκοπείου /video camera, είτε μέσω film scanners. Στην πρώτη περίπτωση, το φιλμ φωτίζεται μέσω του διαφανοσκοπείου και η εικόνα ψηφιοποιείται μέσω μιας υψηλής ευκρίνειας video camera. Η τεχνική αυτή, παρόλο που είναι οικονομική, παρουσιάζει τα μειονέκτημα της ανομοιόμορφης φωτεινότητας και της

δυσκολίας χρήσης (τοποθέτηση του φιλμ και ανάκτηση της πληροφορίας). Ο άλλος τρόπος δηλαδή τα film scanners, είναι εξειδικευμένες συσκευές ψηφιοποίησης ακτινολογικού φιλμ. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι συσκευές αυτές χρησιμοποιούν είτε την τεχνολογία, είτε laser. Παρουσιάζουν σαν βασικό πλεονέκτημα την αυτοματοποίηση της διαδικασίας ψηφιοποίησης και την υψηλή ποιότητα /πιστότητα ψηφιοποίησης, ενώ το βασικό τους μειονέκτημα είναι το υψηλό κόστος αγοράς [9,10].

### **Τηλεπαθολογία**

Είναι ο τομέας που αφορά τη μετάδοση παθολογοανατομικών εξετάσεων για γνωμάτευση ή και παροχή συμβουλών θεραπείας. Ο όρος δημιουργήθηκε από τον Ronald S. Weinstein το 1986 σε μια δημοσίευση σε επιστημονικό περιοδικό ιατρικού περιεχομένου και διακρίνεται σε στατική και δυναμική.

Στην περίπτωση της **στατικής** μία ή περισσότερες ακίνητες εικόνες συλλέγονται αρχικά, μετά αποθηκεύονται και στη συνέχεια μεταδίδονται off-line για διάγνωση. Η **δυναμική** επιτυγχάνεται σε πραγματικό χρόνο ( real time) μετάδοσης κινούμενων εικόνων σε συνδυασμό με τον εξ' αποστάσεως μηχανικό έλεγχο του μικροσκοπίου.

Ο τυπικός εξοπλισμός και στις δύο περιπτώσεις περιλαμβάνει μια υψηλής ευκρίνειας κάμερα συνδεδεμένη σε ένα μικροσκόπιο, ένα υπολογιστικό σταθμό ψηφιοποίησης, κωδικοποίησης και μετάδοσης της εικόνας, ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα για τον έλεγχο του μικροσκοπίου /κάμερας καθώς και το υπολογιστικό σύστημα λήψης, απεικόνισης και αποθήκευσης στην πλευρά του εξειδικευμένου ιατρού.

Είναι σαφές ότι τα κρίσιμα χαρακτηριστικά είναι η διακριτική ικανότητα του συστήματος ψηφιοποίησης και απεικόνισης των δεδομένων καθώς και το εύρος ζώνης του τηλεπικοινωνιακού δικτύου για την περίπτωση της δυναμικής εφαρμογής [11].

### **Τηλεκαρδιολογία**

Είναι ο τομέας που σχετίζεται με την μετάδοση καρδιολογικών εξετάσεων και είναι και ο πρώτος τομέας της τηλεϊατρικής χρονολογικά. Οι πρώτες της εφαρμογές εμφανίστηκαν πριν από 70 χρόνια, χρησιμοποιώντας το τηλεφωνικό δίκτυο για την "τηλε-ακρόαση" καρδιακών ήχων και αναπνευστικών ακροαστικών ευρημάτων, χρησιμοποιώντας ευαίσθητα μικρόφωνα συνδεδεμένα στο τηλεφωνικό δίκτυο. Στην δεκαετία του 60, η

μετάδοση καρδιολογικών και εγκεφαλικών εκτυπώσεων μέσω τηλεφωνικού δικτύου, γίνεται μέσω FAX, ενώ την τελευταία δεκαετία έγινε δυνατή η εξ' αποστάσεως διάγνωση ηχοκαρδιογραφήματων, που προαπαιτεί την χρήση ενός ψηφιακού καρδιογράφου για την ανάκτηση σε ψηφιακή μορφή του καρδιογραφήματος, ενός τηλεπικοινωνιακού δικτύου ( απλό τηλεφωνικό δίκτυο) και ενός υπολογιστικού σταθμού για την αποθήκευση και απεικόνιση του [12, 13].

### **Τηλεχειρουργική**

Δίνει την δυνατότητα στον ιατρό να προβαίνει σε χειρουργική επέμβαση σε ένα χώρο, δίχως να βρίσκεται στον ίδιο χώρο. Σε αντίθεση με την ρομποτική χειρουργική που είναι αρκετά ανεπτυγμένη, η τηλεχειρουργική εκμεταλλεύεται την πρόοδο της ρομποτικής χειρουργικής, αλλά και των τηλεπικοινωνιών, καθιστώντας την απόσταση γιατρού - ασθενή ασήμαντη. Η πρώτη τηλεχειρουργική επέμβαση πραγματοποιήθηκε στις 7 Σεπτεμβρίου 2001, από τον ιατρό Dr.Jaques Marescaux, ο οποίος βρισκόμενος στην Νέα Υόρκη ενώ εγχείρησε επιτυχώς ασθενή που βρισκόταν στο Στρασβούργο της Γαλλίας. Η συγκεκριμένη προσπάθεια ονομάστηκε επιχείρηση Lindbergh [13, 14].

### **Τηλεογκολογία**

Είναι ο τομέας που προσφέρει ιατρικές υπηρεσίες σε ασθενείς που πάσχουν από διάφορα είδη καρκίνου, χωρίς να απαιτείται η παρουσία γιατρού - ασθενή στον ίδιο χώρο. Τα πρώτα της προγράμματα ξεκίνησαν περί τα τέλη της δεκαετίας του 1980, αλλά σε ευρεία κλίμακα μετά το 2000. Θα πρέπει να σημειωθεί, ότι χρησιμοποιείται σε πολλούς τομείς της τηλεϊατρικής και εφαρμόζεται σε ευρεία βάση σε αραιοκατοικημένες περιοχές, όπου η παρουσία ειδικού ογκολόγου σε κοντινή απόσταση είναι δύσκολο να εξασφαλιστεί [15,16,17,18].

### **Τηλεδερματολογία**

Στόχος της είναι η παροχή των κατάλληλων ιατρικών υπηρεσιών σε περιοχή όπου δεν υπάρχει ο κατάλληλος δερματολόγος γιατρός, παρά μόνο κάποιος ειδικευμένος, ή άλλης ειδικότητας γιατρός. Διακρίνεται σε **στατική και δυναμική**. Στη μεν στατική η αντίστοιχη εικόνα, ή κάποια άλλη μέθοδος ψηφοποίησης των σχετικών εξετάσεων του

ασθενούς στέλνεται για διάγνωση μέσω internet στον κατάλληλο γιατρό δερματολογίας. Πρόκειται για μια πολύ υλοποιήσιμη τεχνική, τόσο σε ιατρικό, όσο και σε προσωπικό και σε εξοπλισμό, όμως η ανυπαρξία feedback σε πραγματικό χρόνο οπτικής επαφής με τον ασθενή, την καθιστούν την ποιοτικά χειρότερη.

Στη δε δυναμική τηλεδερματολογία, τα ιατρικά δεδομένα στέλνονται σε πραγματικό χρόνο στον γιατρό, ο οποίος σε συνεργασία με τον γιατρό που βρίσκεται μαζί με τον ασθενή, λαμβάνει όσα παραπάνω δεδομένα χρειάζεται για την καλύτερη δυνατή διάγνωση. Σαν τεχνική παρουσιάζει πολλά πλεονεκτήματα έχοντας όμως το μειονέκτημα ότι απαιτεί την ταυτόχρονη παρουσία δυο γιατρών [14].

### **Τηλεκυτταρολογία**

Είναι ο τομέας της τηλεϊατρικής που αφορά την μετάδοση κυτταρολογικών εικόνων (όπως εικόνες από μικροσκόπια), από ένα απομακρυσμένο σημείο σε άλλο για την γνωμάτευση, ή / και παροχή συμβουλών θεραπείας. Για την λειτουργία μιας τηλεκυτταρολογικής εγκατάστασης απαιτείται πέρα από το μικροσκόπιο, μια φωτογραφική μηχανή με μεγάλη ανάλυση και αριθμό pixel , μια συσκευή που να συνδέει το μικροσκόπιο με την φωτογραφική μηχανή και δυο υπολογιστές, ο ένας για την αποστολή μέσω internet των φωτογραφιών και ο άλλος για να μπορεί να δεχτεί ο απομακρυσμένος γιατρός τις φωτογραφίες αυτές [18, 19].

### **Τηλεοφθαλμολογία**

Οι εφαρμογές της έχουν σαν στόχο να επιτρέπουν την πρόσβαση σε εξειδικευμένους οφθαλμιάτρους, αλλά και σε οφθαλμολογικά μηχανήματα, ανά πάσα στιγμή και σε οποιοδήποτε μέρος. Όπως και στις περισσότερες εφαρμογές τηλεϊατρικής τα συστατικά στοιχεία ενός συστήματος τηλεοφθαλμολογίας είναι το σύστημα ανάκτησης και ψηφιοποίησης εικόνας και το σύστημα μετάδοσης ψηφιακών εικόνων. Στις περισσότερες περιπτώσεις η εφαρμογή της απαιτεί μετάδοση ακίνητων οφθαλμολογικών εικόνων.

Η πιο συνηθισμένη εφαρμογή για την ανάκτηση εικόνων της, είναι μέσω της κάμερας CCD που είναι τοποθετημένη μπροστά από μια ακτινοσκοπική αγγειογραφική συσκευή, ένα οφθαλμολογικό μικροσκόπιο, ή η ψηφιοποίηση slides των οφθαλμολογικών εικόνων.

Τα τελευταία χρόνια χρησιμοποιούνται ψηφιακές φωτογραφικές μηχανές (Digital Cameras), συνδεδεμένες σε οφθαλμολογικά εξεταστήρια (slit-lamps), επιτρέποντας έτσι την ανάκτηση οφθαλμολογικών εικόνων υψηλής διακριτικής ικανότητας . Επιπλέον είναι δυνατή η ψηφιοποίηση μέσω του οφθαλμοσκοπίου Laser (Scanning Laser Ophthalmoscope), για την εξέταση ανωμαλιών του αμφιβληστροειδούς.

Στη συνέχεια οι διαγνωστικές εικόνες αποθηκεύονται και ενδεχομένως σε μεταγενέστερο χρόνο μεταδίδονται στον εξειδικευμένο γιατρό για γνωμάτευση και παροχή περαιτέρω οδηγιών [20].

### **Τηλεαιματολογία**

Είναι ο τομέας που σχετίζεται με την μετάδοση αιματολογικών εξετάσεων για την γνωμάτευση, ή και παροχή συμβουλών θεραπείας. Η ανάπτυξη καινοτομιών στον τομέα της αιματολογίας μαζί με την σημαντική βελτίωση των τηλεπικοινωνιών , έκαναν πολύ πιο επιτακτική την επέκταση της εφαρμογής της τηλεαιματολογίας, αλλά η έλλειψη όμως της σχετικής εκπαίδευσης και του υλικού εξοπλισμού έχει ως τώρα αποτρέψει την εκτεταμένη εξάπλωση του συγκεκριμένου τομέα [21, 22].

### **Τηλεορθοπαιδική**

Ο συγκεκριμένος τομέας σχετίζεται με την γνωμάτευση, ή και παροχή συμβουλών θεραπείας για περιστατικά με ορθοπαιδικά προβλήματα και έχει πολύ μεγάλα περιθώρια ανάπτυξης όταν είναι δύσκολη η μεταφορά του ασθενή, όπως και όταν είναι δύσκολη η παρουσία κατάλληλου γιατρού. Η σωστή λειτουργία του προαπαιτεί συνδυασμό διαφόρων τμημάτων της τηλεϊατρικής (τηλεακτινολογίας) [23].

### **Τηλεψυχιατρική**

Ο κλάδος αυτός λειτουργεί ως ένας εναλλακτικός τρόπος παροχής υπηρεσιών ψυχικής υγείας, σε άτομα που βρίσκονται σε απομακρυσμένες και δυσπρόσιτες περιοχές. Η τηλεψυχιατρική, αξιοποιώντας την ανάπτυξη των υπολογιστών και των τηλεπικοινωνιών, μέσω της τηλεδιάσκεψης προσφέρει θεραπευτικές συνεδρίες, εκτίμηση περιστατικών, συνταγογραφήσεις, εκδόσεις πιστοποιητικών, εποπτεία και εκπαίδευση προσωπικού και

άλλων στελεχών υγείας, διενέργεια ομάδων προσωπικού και τηλεδιοίκησης. Είναι ένας από τους πλέον δυναμικά αναπτυσσόμενους κλάδους της τηλεϊατρικής [21].

Η επόμενη παράγραφος αναφέρεται στις εφαρμογές και στα αντίστοιχα οφέλη της τηλεϊατρικής.

#### **1.4 Εφαρμογές και οφέλη Τηλεϊατρικής**

Οι εφαρμογές της τηλεϊατρικής είναι αρκετά περίπλοκες, λόγω της πληθώρας των διαφορετικών μέσων που χρησιμοποιούνται ταυτόχρονα και των διαφορετικών απαιτήσεων του κάθε μέσου.

Ένα κλασσικό παράδειγμα είναι η μετάδοση ζωτικών σημάτων ενός ασθενούς που δεν προαπαιτεί μεγάλες ταχύτητες μετάδοσης της πληροφορίας, ενώ αντιθέτως η υψηλής ανάλυση των ιατρικών εικόνων που χρησιμοποιείται στην διάγνωση απαιτεί μεγάλες ταχύτητες μετάδοσης και εύρους ζώνης [24].

Η σημασία της τηλεϊατρικής είναι σημαντική επίσης για τις **ένοπλες δυνάμεις** πολλών χωρών και ειδικότερα ο Αμερικάνικος στρατός έχει επιδείξει πρωτοποριακές τάσεις μιας και από το φθινόπωρο του 1996 έχει αναπτύξει 87 τουλάχιστον προγράμματα τηλεϊατρικής [25].

Στον **στρατιωτικό τομέα** η τηλεϊατρική χρησιμοποιείται για την παροχή φροντίδας σε στρατεύματα που βρίσκονται στην πρώτη γραμμή ή γενικότερα σε περιοχές όπου δεν είναι δυνατόν να υπάρχουν εξειδικευμένοι γιατροί και συσκευές, ενώ είναι πολύ δύσκολη και η μεταφορά τους. Ο Αμερικάνικος στρατός ξεκίνησε από το 1993 την εφαρμογή τηλεϊατρικής σε πειραματικό στάδιο, παρέχοντας πλήρη ιατρική περίθαλψη σε στρατεύματα στην Κροατία και τα Σκόπια. Η επιχείρηση αυτή ονομαζόταν **“Operation Primetime”**.

Πιο εκτεταμένη χρήση της τηλεϊατρικής έγινε από τον Αμερικάνικο στρατό το 1996, κατά την διάρκεια της κρίσης στην πρώην Γιουγκοσλαβία, στην επιχείρηση με το όνομα **“Operation Primetime 3”**. Στην περιοχή όπου γινόταν οι επιχειρήσεις της πολυεθνικής δύναμης υπήρχαν προωθημένες ιατρικές μονάδες οι οποίες συνδέονταν μέσω δορυφόρου ή ασύρματης ζεύξης με κεντρικές μονάδες, ακόμη και με μεγάλα νοσοκομεία της Ευρώπης ή των ΗΠΑ. Οι ειδικοί στα κέντρα αυτά παρείχαν συμβουλές στα προωθημένα κέντρα μέσα σε 30 λεπτά. Τα μέσα που χρησιμοποιήθηκαν για την παροχή

συμβουλευτικών υπηρεσιών ήταν η τηλεσυνδιάσκεψη, υπέρηχοι, εικόνες με συσκευές που προέρχονταν από τις μεγαλύτερες εταιρείες στον εκάστοτε τομέα (PictureTel, Fuji, Sun Microsystems etc) μαζί φυσικά με συσκευές που αναπτύχθηκαν από τον ίδιο τον στρατό. Η σημασία που δόθηκε στην όλη επεξεργασία φαίνεται από το γεγονός ότι για την εξυπηρέτηση της διατέθηκε το 10% του συνολικού τηλεπικοινωνιακού δυναμικού στην περιοχή των επιχειρήσεων.

Στη συνέχεια θα αναφερθούν ορισμένα παραδείγματα εφαρμογών της τηλειατρικής στο **πολιτικό τομέα**. Το **‘Arizona-International Telemedicine Network’** (AITN) είναι ένα πρόγραμμα τηλειατρικής μεταξύ ΗΠΑ και Μεξικού και πρόκειται για δίκτυο με επτά κόμβους (στην Αριζόνα και το Μεξικό) που παρέχει διάγνωση σε παθολογικές καταστάσεις. Χρησιμοποιεί **τηλεσυνδιάσκεψη** και στατικές εικόνες όπως εικόνες από ιστούς, οι οποίες αντί να εξετάζονται τοπικά, μεταφέρονται ηλεκτρονικά και εξετάζονται από ειδικευμένους γιατρούς παρέχοντας ιατρικές συμβουλές από απόσταση.

Μια άλλη εφαρμογή τηλειατρικής είναι το **‘Telemed’** "Virtual Patient Record System" που αναπτύχθηκε από το Los Alamos National Laboratory σε συνεργασία με το National Jewish Center for Immunology and Respiratory Medicine (NJC) στο Ντένβερ του Κολοράντο (ΗΠΑ). Το σύστημα αποτελείται από μια βάση δεδομένων που περιέχει στοιχεία και ιστορικά ασθενών. Η βάση είναι κατανεμημένη, δηλαδή τα δεδομένα μπορεί να είναι αποθηκευμένα σε διαφορετικές τοποθεσίες, οπουδήποτε στις Η.Π.Α. Τα στοιχεία είναι διαθέσιμα μέσω δικτύου στους γιατρούς που συμμετέχουν στο πρόγραμμα. Έτσι, ένας γιατρός μπορεί, χωρίς να βγει από το γραφείο του, να δει στοιχεία για κάποιον ασθενή μέσω ενός εξελιγμένου περιβάλλοντος με ευρεία χρήση πολυμέσων. Οι πληροφορίες που περιέχονται στη βάση περιλαμβάνουν απλό κείμενο (π.χ. τα στοιχεία της ταυτότητας του ασθενή) αλλά και εικόνες, βίντεο κ.τ.λ. από διάφορες εξετάσεις του. Μέσω του συστήματος ένας γιατρός μπορεί να συγκρίνει τα στοιχεία του ασθενούς του με αυτά που υπάρχουν αποθηκευμένα, να ενημερωθεί για το ιστορικό του ασθενούς και τις μεθόδους θεραπείας που έχουν τυχόν χρησιμοποιηθεί στο παρελθόν. Έχοντας όλα αυτά τα στοιχεία στη διάθεσή του μπορεί να αποφασίσει για την κατάλληλα θεραπευτική μέθοδο που πρέπει να ακολουθήσει.

Επιπλέον, το σύστημα τηλειατρικής μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για **εκπαιδευτικούς λόγους**. Κάποιος εκπαιδευόμενος μπορεί να το χρησιμοποιήσει για να αυτό-εκπαιδευτεί



σε διαγνωστικές τεχνικές, βλέποντας ταυτόχρονα τα δεδομένα για τον ασθενή και τη θεραπεία που ακολουθήθηκε, ενώ ένας γιατρός μπορεί να χρησιμοποιήσει τα δεδομένα για να εξηγήσει στον ασθενή του την πορεία της υγείας του. Το σύστημα παρέχει επίσης τη δυνατότητα στα στοιχεία να παρουσιάζονται ταυτόχρονα σε χρήστες σε δύο ή περισσότερα διαφορετικά σημεία, ώστε να είναι δυνατή η παροχή συμβουλών ταυτόχρονα από πολλούς ειδικούς. Η οθόνη του συστήματος TeleMed παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα:



Εικόνα 1.2 : Μία οθόνη από το σύστημα TeleMed [26]

Ένα παράδειγμα τηλεϊατρικής εφαρμογής, με έντονο ελληνικό ενδιαφέρον, είναι το σύστημα "Ambulance", το οποίο προέκυψε από ευρωπαϊκό ερευνητικό πρόγραμμα και στο οποίο συμμετέχει σε σημαντικό βαθμό το **Εργαστήριο Βιοϊατρικής του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου**. Πρόκειται για ένα σύστημα που είχε σκοπό την παροχή ιατρικών συμβουλών σε επείγοντα περιστατικά κατά το στάδιο της μεταφοράς του ασθενούς με ασθενοφόρο στο νοσοκομείο. Το ασθενοφόρο ήταν εξοπλισμένο με φορητό υπολογιστή, ο οποίος δέχονταν δεδομένα από ιατρικές συσκευές, π.χ. το καρδιογράφημα του ασθενούς, πίεση, σφυγμούς κ.τ.λ., καθώς και εικόνες από φορητή ψηφιακή κάμερα. Τα δεδομένα στέλνονταν μέσω κινητής τηλεφωνίας (GSM) στο νοσοκομείο, όπου τα έβλεπε ειδικευμένος γιατρός και έστελνε με τη σειρά του οδηγίες στο προσωπικό του ασθενοφόρου για τις κινήσεις που πρέπει να κάνουν.

Εξέλιξη του προηγούμενου παραδείγματος τηλεϊατρικής αποτελεί το σύστημα **Emergency 112**. Το σύστημα αυτό είναι ένας συνδυασμός φορητών - σταθερών

διατάξεων που επιτρέπουν τη συλλογή και μετάδοση διαγνωστικών σημαντικών βιοσημάτων (ΗΚΓ, αρτηριακή πίεση, σφίξεις κτλ) καθώς και τη μετάδοση ακίνητων εικόνων της θέσης και της κατάστασης του ασθενούς. Αυτές τις εικόνες μπορούν να τις βλέπουν οι ειδικοί στο χώρο που βρίσκονται ενώ παράλληλα εμφανίζονται και στη οθόνη του παραϊατρικού προσωπικού.

Ο ειδικός μπορεί να σχεδιάσει σύμβολα (σημειώσεις) στην εικόνα, για να δείξει για παράδειγμα τον τρόπο απεγκλωβισμού ενός θύματος από τα συντρίμια ενός αυτοκινήτου. Το παραϊατρικό προσωπικό μπορεί να βλέπει αυτές τις σημειώσεις στην οθόνη του, την ίδια στιγμή που τις σχεδιάζει ο ειδικός. Έτσι και οι δύο πλευρές βλέπουν ταυτόχρονα την ίδια εικόνα καθώς αυτή αλλάζει. Ο ειδικός μπορεί να οδηγήσει το τεχνικό κατάλληλα ώστε να συλλεχθούν και να μεταδοθούν περισσότερες εικόνες. Ταυτόχρονα και τα δύο μέρη παρατηρούν σε πραγματικό χρόνο τα σήματα που συλλέγονται στην οθόνη των βιοσημάτων.

**Η σημασία των παραπάνω συστημάτων και άλλων παρόμοιων είναι μεγάλη, αφού το πρώτο χρονικό διάστημα κατά τη μεταφορά του ασθενούς είναι εξαιρετικά κρίσιμο και η πραγματοποίηση των σωστών κινήσεων κατά τη διάρκειά του, μπορεί να σώσει τη ζωή του.**

Άλλος τομέας εφαρμογής των πολυμέσων στην ιατρική είναι η **χειρουργική**, όπως στις λαπαροσκοπικές χειρουργικές μεθόδους και την **ιατρική καθοδηγούμενη από εικόνες** (image guided surgery). Στην ιατρική καθοδηγούμενη από εικόνες, χρησιμοποιούνται εικόνες από εξετάσεις για να προγραμματιστεί η πορεία της εγχείρισης. Π.χ., αν υπάρχει κάποιος όγκος, ο γιατρός μέσω τομογραφιών και άλλων εξετάσεων μπορεί να γνωρίζει πώς θα πρέπει να κινηθεί. Σημαντικές προσπάθειες γίνονται για να μπορεί να χρησιμοποιεί ο γιατρός τα στοιχεία αυτά κατά τη διάρκεια της εγχείρισης, κυρίως με τη χρήση μεθόδων από την εικονική πραγματικότητα και συγκεκριμένα από ένα κλάδο της που ονομάζεται **augmented reality**.

Συγκεκριμένα, οι εικόνες που προέρχονται από εξετάσεις, επεξεργάζονται για να δημιουργηθούν τρισδιάστατες παραστάσεις. Οι παραστάσεις αυτές στη συνέχεια προβάλλονται (μέσω ειδικών συσκευών) πάνω στο σώμα του ασθενή στην κατάλληλη θέση. Έτσι, ο γιατρός μπορεί να ξέρει κατά τη διάρκεια της εγχείρισης την ακριβή θέση όπου βρίσκεται το όποιο πρόβλημα και να κάνει τις τομές με μεγαλύτερη ακρίβεια. Η

προβολή των δεδομένων στο κατάλληλο σημείο απαιτεί μια διαδικασία, μιας και πρέπει να βρίσκονται τοποθετημένα πάντα στο σωστό σημείο επάνω στο σώμα του ασθενούς. Οι πληροφορίες διακρίνονται με την χρησιμοποίηση ειδικών κράνων (Head Mounted Display - HMD), μέσω των οποίων ο γιατρός μπορεί να βλέπει τον ασθενή, αλλά παράλληλα και τα επιπλέον στοιχεία, τα οποία προβάλλονται σε μικρές οθόνες που βρίσκονται μπροστά στα μάτια του και για την ανάπτυξη των τεχνικών αυτών εργάζονται πολλοί ερευνητές σε διάφορα ερευνητικά κέντρα (όπως το περίφημο MIT) [26].

**Η τηλεϊατρική προσφέρει επίσης λύση σε προβλήματα όπως η πρόσβαση για παροχή βοήθειας μεγάλου μέρους του πληθυσμού, λόγω της συνεχούς αύξησης του κόστους της υγειονομικής περίθαλψης καθώς και της ανισότητας στην ποιότητα περίθαλψης σε διαφορετικές γεωγραφικές περιοχές.**

Τα οφέλη της τηλεϊατρικής που παρατηρούνται παγκόσμια είναι :

- Η χρήση για παροχή βοήθειας σε ασθενείς στο σπίτι μπορεί να μειώσει το χρόνο και το κόστος μεταφοράς του ασθενή.
- Στα πλαίσια του στρατιωτικού περιβάλλοντος η παροχή βοήθειας σε στρατιώτες που βρίσκονται στην επαρχία σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης με αποστολή εικόνων σε κεντρικά ιατρικά κέντρα ή στα στρατιωτικά νοσοκομεία για αξιολόγηση και κατάλληλη αγωγή ανάλογα με τη σοβαρότητα της κατάστασης από εξειδικευμένο στρατιωτικό ιατρικό προσωπικό.
- Η σύνδεση των ερευνητών στρατιωτικών γιατρών παρά την γεωγραφική απόσταση για ανταλλαγή ιατρικών πληροφοριών και εικόνων.
- Εξαιτίας της τηλεϊατρικής, η γεωγραφική απομόνωση και απόσταση παύει να είναι ένα αξεπέραστο εμπόδιο για παροχή έγκαιρων και ποιοτικών ιατρικών υπηρεσιών.
- Ο περιορισμός του κόστους της παρεχόμενης περίθαλψης λόγω της εξ' αποστάσεως βοήθειας.
- Η βελτίωση της ποιότητας ως αποτέλεσμα της παροχής συντονισμένης και συνεχούς βοήθειας προς τους ασθενείς, της αποτελεσματικής και συνεχούς εκπαίδευσης του στρατιωτικού ιατρικού προσωπικού και των αποτελεσματικών εργαλείων για τη λήψη αποφάσεων.

- Σε γενικές γραμμές, **τα βασικά πλεονεκτήματα της τηλεϊατρικής** είναι ότι όλοι ανεξάρτητα από το αν βρίσκονται κοντά σε αστικά κέντρα ή σε νοσοκομεία έχουν ίσα δικαιώματα πρόσβασης στις υπηρεσίες της υγείας και μάλιστα μπορούν να έχουν και αναβαθμισμένες υπηρεσίες υγείας.
- Η τηλεϊατρική επιτρέπει να γίνονται εγκυρότερες διαγνώσεις (cross-check) και επιπλέον να διάχεται ταχύτερα η ιατρική πληροφορία.
- Από την οικονομική σκοπιά κερδίζεται χρόνος και χρήμα, αφού μειώνεται το κόστος, αλλά και οι άσκοπες μετακινήσεις.
- Ιατρικό υποσύστημα - Ηλεκτρονικός φάκελος υγείας. Είναι κοινή διαπίστωση ότι ο όγκος των πληροφοριών που σχετίζονται με την φροντίδα του ασθενούς έχει αυξηθεί κατά πολύ τα τελευταία χρόνια, πράγμα που σε μεγάλο βαθμό οφείλεται στην ενσωμάτωση μεγάλου αριθμού εργαστηριακών και παρακλινικών εξετάσεων στους φακέλους των ασθενών, αυξάνοντας σημαντικά τον όγκο τους. Επιπλέον, τα χειριστικά καθήκοντα των γιατρών γίνονται διαρκώς περισσότερα, καθώς αυξάνει η πολυπλοκότητα των ιδρυμάτων παροχής υπηρεσιών υγείας [26]. Στην επόμενη παράγραφο γίνεται εκτενής αναφορά στην τηλεϊατρική στον Ελλαδικό χώρο.

## **1.5 Η τηλεϊατρική στην Ελλάδα**

Ενδιαφέρουσες προσπάθειες έχουν γίνει τη τελευταία πενταετία για την έρευνα και ανάπτυξη υπηρεσιών τηλεϊατρικής τόσο στο δημόσιο όσο και στον ιδιωτικό τομέα και στις ημέρες μας λειτουργούν συστήματα τηλεϊατρικής στην Αθήνα, στην Κρήτη και στην Θεσσαλονίκη.

- Το Νοέμβριο του 1987, δημιουργήθηκε το Κέντρο Ιατρικών Οδηγιών του Ελληνικού Ερυθρού Σταυρού (Ε.Ε.Σ) που απαντά σε 24ωρη βάση σε κλήσεις επείγουσας ιατρικής βοήθειας οι οποίες αφορούν ναυτιλλόμενους και άτομα εν πλω.
- Το 1989 εγκαινιάστηκε η πρώτη πειραματική προσπάθεια διασύνδεσης υγειονομικών μονάδων με σύστημα τηλεϊατρικής και η σύνδεση αφορούσε την Κεντρική Μονάδα Τηλεϊατρικής που ήταν εγκαταστημένη στο Σισμανόγλειο

Νοσοκομείο και τέσσερις περιφερειακές μονάδες (Κέντρα υγείας Σπάτων, Πάρου, Φραγκίστας και του Νοσοκομείου Καρπενησίου).

- Το Ιατρικό Κέντρο Αθηνών ανέπτυξε δίκτυο Τηλεακτινολογίας και ιατρικού φακέλου ήδη από το 1991 και συνέδεσε τα νοσηλευτήρια του ομίλου και τον όμιλο με το Methodist Hospitals Network.
- Στο Εθνικό Σύστημα Υγείας (Ε.Σ.Υ) υπάρχει δίκτυο τηλεϊατρικής από το 1992, η κεντρική μονάδα του οποίου βρίσκεται εγκατεστημένη στο Σισμανόγλειο Νοσοκομείο εξυπηρετώντας δώδεκα (12) κέντρα υγείας.
- Στο πλαίσιο του προγράμματος ΤΑΛΟΣ, το 1995 εγκαθιδρύθηκε η σύνδεση του Ωνάσειου Καρδιοχειρουργικού κέντρου με επτά νησιά του Αιγαίου για την αντιμετώπιση καρδιολογικών περιστατικών. Το σύστημα αυτό εφάρμοσε την πρωτοποριακή μέθοδο της θρομβόλυσης για τα Ελληνικά δεδομένα.
- Αξίζει να σημειωθεί ότι πρόσφατα έγινε η πρώτη συνδιάσκεψη μέσω της σύνδεσης του Νοσοκομείου Παιδών ‘ Η Αγία Σοφία’ με το Memorial Childrens Hospital του Σικάγου, με θέμα τις συγγενείς καρδιοπάθειες.
- Στην Κρήτη λειτουργεί σύστημα που εξυπηρετεί τα συνδεδεμένα Κέντρα Υγείας με το Πανεπιστημιακό Νοσοκομείο, ενώ στην Θεσσαλονίκη το υπάρχον σύστημα λαμβάνει μηνύματα από πλοία.

Στους παρακάτω πίνακες 1.1 , 1.2 αναφέρονται τα κέντρα υγείας που μετείχαν στην πρώτη φάση του προγράμματος τηλεϊατρικής του Υπουργείου Υγείας στην Ελλάδα καθώς και τα κέντρα υγείας που είναι συνδεδεμένα μέσω δικτύου τηλεϊατρικής στην Ελλάδα σήμερα.

1.Λήμνου (Νομός Λέσβου)
2.Σκοπέλου (Νομός Μαγνησίας)
3.Θεσπρωτικού (Νομός Πρεβέζης)
4.Ιάσμου (Νομού Ροδόπης)
5.Σιδηροκάστρου (Νομού Σερρών)
6.Αμυνταίου (Νομού Φλωρίνης)
7.Σουφλίου (Νομός Έβρου)
8.Ορεστιάδος (Νομός Έβρου)

9.Φιλιατών (Νομού Θεσπρωτίας)
10.Τσοτυλίου (Νομού Κοζάνης)
11.Θήρας (Νομού Κυκλάδων)
12.Γυθείου (Νομού Λακωνίας)
13.Δυτικής Φραγκίστας (Νομού Ευρυτανίας)

**Πίνακας 1.1 : Κέντρα Υγείας που μετείχαν στην πρώτη φάση του Προγράμματος του Υπουργείου Υγείας στην Ελλάδα [27].**

1.Κέντρο Υγείας Σαντορίνης
2.Κέντρο Υγείας Πάρου
3.Περιφερειακό Ιατρείο Οινουσσών
4.Περιφερειακό Ιατρείο Φούρνων
5.Περιφερειακό Ιατρείο Καστελόριζου
6.Κέντρο Υγείας Αντισσας
7.Κέντρο Υγείας Σκοπέλου
8.Περιφερειακό Ιατρείο Αστυπάλαιας
9.Κέντρο Υγείας Ιθάκης
10.Κέντρο Υγείας Λήμνου
11.Περιφερειακό Ιατρείο Κουρουνιών (Χίος)
12.Κέντρο Υγείας Σουφλίου
13.Κέντρο Υγείας Εχίνου
14.Κέντρο Υγείας Τσοτυλίου
15.Κέντρο Υγείας Αμυνταίου
16.Νοσοκομείο-Κέντρο Υγείας Φιλιατών
17.Κέντρο Υγείας Παραμυθίας
18.Κέντρο Υγείας Θεσπρωτικού
19.Κέντρο Υγείας Γυθείου
20.Περιφερειακό Ιατρείο Κιμώλου
21.Κέντρο Υγείας Άνδρου

22.Κέντρο Υγείας Ίου
23.Κέντρο Υγείας Μυκόνου
24.Κέντρο Υγείας Τήνου
25.Κέντρο Υγείας Νάξου
26.Κέντρο Υγείας Μήλου
27.Κέντρο Υγείας Έμπωνα
28.Κέντρο Υγείας Αρχάγγελου
29.Κέντρο Υγείας Καρπάθου
30.Κέντρο Υγείας Πάτμου
31.Κέντρο Υγείας Καλλονής
32.Κέντρο Υγείας Πλωμαρίου
33.Κέντρο Υγείας Πολυχνίτου
34.Κέντρο Υγείας Πυργίου
35.Κέντρο Υγείας Καρλοβασίου
36.Κέντρο Υγείας Σκιάθου
37.Περιφερειακό Ιατρείο Σύμης
38.Περιφερειακό Ιατρείο Αλλονήσου
39.Περιφερειακό Ιατρείο Σαμοθράκης

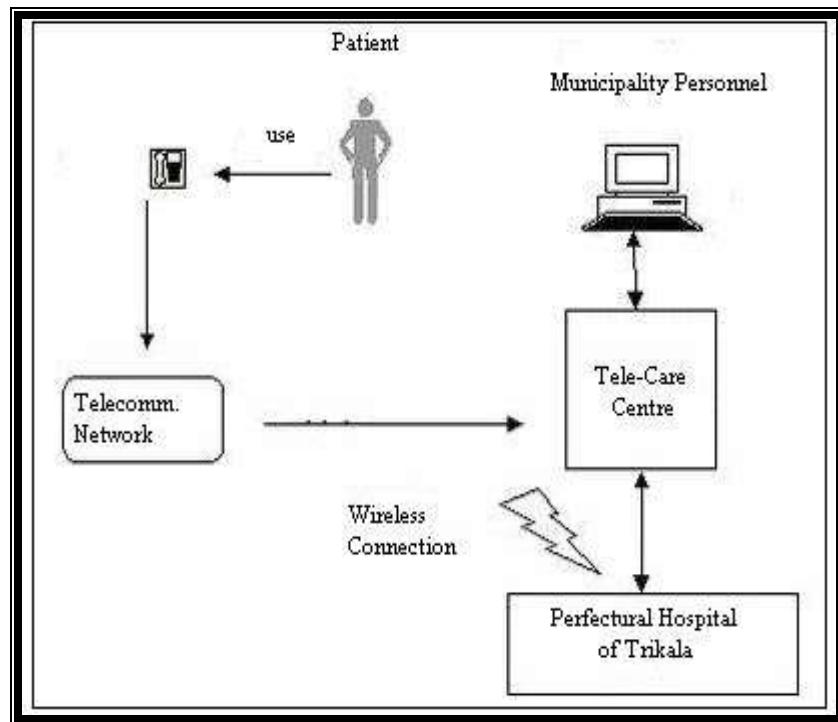
**Πίνακας 1.2 : Συνδεδεμένα Κέντρα Υγείας μέσω δικτύου Τηλεϊατρικής στη Ελλάδα σήμερα [27].**

Παρακάτω δίνουμε κάποια **παραδείγματα εφαρμογών της τηλεϊατρικής στον Ελλαδικό χώρο** ξεκινώντας από τα Τρίκαλα.

### **Ε-Τρίκαλα (Ηλεκτρονικό σύστημα Τρικάλων)**

Η ευρωπαϊκή επιτροπή, επέλεξε μετά από σχετικό διαγωνισμό τον Δήμο Τρικάλων ως Συντονιστή του Προγράμματος Τηλεφροντίδας της Ψηφιακής Κοινότητας των έντεκα (11) Δήμων της Κεντρικής Ελλάδας σε συνεργασία με την 5<sup>η</sup> Υγειονομική Περιφέρεια Θεσσαλίας και Στερεάς Ελλάδας, ως φορείς υλοποίησης του εθνικού σκέλους του Ευρωπαϊκού προτύπου οργάνωσης υπηρεσιών τηλεϊατρικής χρόνιων νοσημάτων.

Ο Δήμος Τρικάλων υλοποιεί, στο πλαίσιο της Κοινωνίας της Πληροφορίας (ΚτΠ), **πρόγραμμα τηλεπρόνοιας** με στόχο τη βελτίωση των υπηρεσιών υγείας ευπαθών κοινωνικών ομάδων (ηλικιωμένων, ατόμων με χρόνιες παθήσεις), μέσω οργάνωσης κατ' οίκον (όπως δείχνει η παρακάτω εικόνα) :



**Εικόνα 1.3 : ( Σύστημα Δήμου Τρικάλων) [27]**

Ο εξοπλισμός του έργου χρηματοδοτήθηκε από το Επιχειρησιακό Πρόγραμμα ΚτΠ και μέρος του έργου αποτελεί ακόμη χορηγία των εταιρειών Vodafone AE και ID Smart Way, στο πλαίσιο του προγράμματος εταιρικής υπευθυνότητας, ενώ το λειτουργικό κόστος του προγράμματος καλύπτεται από το Δήμο Τρικάλων μέσω της Δημοτικής Επιχείρησης Κοινωνικής Μέριμνας (ΔΕΚΟΜΕΤ) και της Δημοτικής Αναπτυξιακής Εταιρείας ‘‘e-trikala AE’’.

Στο πλαίσιο του **προγράμματος Τηλεπρόνοιας**, επιλέγονται ασθενείς με χρόνια νοσήματα, (όπως χρόνια καρδιακή ανεπάρκεια, βρογχικό άσθμα, χρόνια αποφρακτική πνευμονοπάθεια, διαβήτης, υπέρταση) από τους ιατρούς του Γενικού Νοσοκομείου Τρικάλων, με κριτήριο την ανάγκη εντατικής παρακολούθησης και ρύθμισης της θεραπευτικής αγωγής, ενώ το πρόγραμμα επεκτάθηκε σε συνεργασία με ιδιώτες



γιατρούς. Επομένως στους γιατρούς που πληρούν τα κλινικά κριτήρια και επιθυμούν να ενταχθούν στο πρόγραμμα, παρέχονται δωρεάν από το Κέντρο Τηλεπρόνοιας του Δήμου Τρικάλων συσκευές φορητής βιολογικής τηλεμετρίας (τηλεκαρδιογράφος, τηλεπιεσόμετρο, τηλεσπιρόμετρο) με δυνατότητα αποστολής της μέτρησης, μέσω σταθερού ή κινητού τηλεφώνου στο κέντρο Τηλεπρόνοιας του Δήμου και από εκεί μέσω του διαδικτύου στον ειδικό γιατρό, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



**Εικόνα 1.4 :** (Ψηφιακό πιεσόμετρο, σπιρόμετρο, ψηφιακό στηθοσκόπιο, και αρκετά άλλα εξειδικευμένα περιφερειακά επικοινωνούν είτε ασύρματα είτε ενσύρματα με τον φορητό ηλεκτρονικό υπολογιστή (ο οποίος, μάλιστα διαθέτει ενσωματωμένη κάμερα για χρήση σε εφαρμογές τηλεδιάσκεψης ) της μονάδας τηλεϊατρικής [27].

Ο θεράπων γιατρός, συνδεδεμένος μέσω internet, μπορεί να ενημερώνεται για τις μετρήσεις και είναι σε θέση να δώσει τηλεφωνικές οδηγίες στον ασθενή, ή να τον καλέσει για τις σχετικές εξετάσεις. Το συγκεκριμένο πρόγραμμα ξεκίνησε τον Οκτώβριο του 2006 και λόγω του πρωτοποριακού του χαρακτήρα για τα Ελληνικά δεδομένα ο

Δήμος Τρικάλων, επιδίωξε η αρχική φάση εφαρμογής του προγράμματος να υλοποιηθεί και να αξιολογηθεί, μέσω ερευνητικών κλινικών μελετών για την επέκταση του προγράμματος **Τηλεπρόνοιας**.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι σε αρχική φάση της πιλοτικής εφαρμογής του προγράμματος τηλεπρόνοιας διοργανώθηκαν ερευνητικά κλινικά πρωτόκολλα για την αξιολόγηση της παροχής υπηρεσιών τηλεϊατρικής παρακολούθησης χρόνιων νοσημάτων κατ'οίκον σε συνεργασία με την Ιατρική σχολή του ΑΠΘ, το ΤΕΦΑΑ Τρικάλων και το Πανεπιστήμιο Μακεδονίας. Τα πρώτα θετικά αποτελέσματα έχουν ήδη ανακοινωθεί σε σχετικά συνέδρια στην Ελλάδα και το εξωτερικό, δείχνοντας ότι η εντατική τηλεπαρακολούθηση ασθενών με χρόνιες παθήσεις μπορεί να συμβάλλει στη βελτίωση της θεραπευτικής αγωγής και τη βελτίωση της ποιότητας ζωής τους.

Ο Δήμος Τρικάλων με τη σειρά του πρόκειται να επεκτείνει το πρόγραμμα Τηλεπρόνοιας και για ασθενείς με άνοια, καθώς επιλέχθηκε να συμμετάσχει στο ευρωπαϊκό πρόγραμμα ISISEMD “Intelligent system for independent living and self-care of seniors with cognitive problems or mild dementia” (Σύστημα ευφυίας για ανεξάρτητη διαβίωση και προσωπική φροντίδα των ηλικιωμένων ομάδων του πληθυσμού με γνωστικά προβλήματα ή ήπιες μορφές άνοιας). Το πρόγραμμα συγχρηματοδοτείται από το ευρωπαϊκό πλαίσιο πολιτικών υποστήριξης εφαρμογών νέων τεχνολογιών ICT-PSP.

Στην επόμενη παράγραφο θα γίνει αναφορά στην εγκατάσταση των συστημάτων τηλεϊατρικής σε διάφορα νησιά της χώρας.

### **1.6 Αναφορά εγκαταστάσεων συστημάτων τηλεϊατρικής σε νησιά της χώρας**

Το πρώτο σύστημα αναφοράς σε νησί αφορά τη **Ρόδο** και συγκεκριμένα είναι το έργο “**Προμήθεια συστημάτων τηλεϊατρικής**” που αποτελεί μια πρωτοβουλία της Περιφέρειας Νοτίου Αιγαίου και υλοποιείται στα πλαίσια του Π.Κ.Π Interreg ΙΙΑ Ελλάδα-Κύπρος 2000-2006 και χρηματοδοτείται σε ποσοστό 75% από το Διαρθρωτικό Ταμείο “Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης –ΕΤΠΑ” και 25% από Εθνικούς πόρους. Με την υλοποίηση του έργου αυτού που αφορά το Νομό Δωδεκανήσων γίνεται εφικτή η άμεση και αμφίδρομη επικοινωνία του ασθενούς του κάθε απομακρυσμένου νησιού με το Γενικό Νοσοκομείο Ρόδου και δίνεται η δυνατότητα παρακολούθησης της εξέλιξης της υγείας του ασθενούς, καταργώντας πρότερους γεωγραφικούς και

οικονομικούς περιορισμούς. Το **σύστημα VIDAVO** δίνει τη δυνατότητα καταγραφής ηλεκτροκαρδιογραφήματος και σπιρομέτρησης και αποστολής των εξετάσεων στον ηλεκτρονικό υπολογιστή, για τη τήρηση του ηλεκτρονικού φακέλου του ασθενούς. Οι καταγεγραμμένες εξετάσεις αποστέλλονται στο Τ.Ε.Π του Γενικού Νοσοκομείου μέσω internet, όπου αξιολογούνται από εξειδικευμένο γιατρό.

Η δυνατότητα αποστολής ακτινογραφίας και επικοινωνίας μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσω video κλήσης, ενώ το σύστημα παρέχει την δυνατότητα e-learning με προβολή της εικόνας από το χειρουργείο σε ειδικά διαμορφωμένο χώρο εκπαίδευσης.

Τα οικονομικά μεγέθη του προγράμματος αναφέρονται παρακάτω [27]:

**Φορέας Χρηματοδότησης : Γενικό Νοσοκομείο Ρόδου**

**Διάρκεια εκτέλεσης: 11/2007-3/2008**

**Προϋπολογισμός: 69.879,45 Euro**

Τα ιατρεία που επιλέχθηκαν για το έργο αυτό είναι στην **Κάρπαθο, Κάσο, Χάλκη, Σύμη, Τήλο, Καστελόριζο και Έμπωνα (Ρόδου)** όπως δείχνει η παρακάτω εικόνα:



**Εικόνα 1.5 : Επιλεγμένα ιατρεία του έργου ‘Προμήθεια συστημάτων τηλεϊατρικής’ [27]**

Η επόμενη παράγραφος αναφέρεται σε διεθνή προγράμματα της τηλεϊατρικής.

## 1.7 Διεθνή Προγράμματα Τηλεϊατρικής

Ένα τυπικό πρόγραμμα είναι το **EVISAND** που λειτουργεί από το έτος 2000, σε τρεις επαρχίες της Ανδαλουσίας, στην Ισπανία, που αντιπροσωπεύουν συνολικά δύομισι εκατομμυρίων (2,5) κατοίκων. Το πρόγραμμα περιλαμβάνει:

**Τηλεϊατρική βίντεο** με τη βοήθεια ειδικών διαβουλεύσεων στην καρδιολογία, δερματολογία, παιδιατρική, ψυχιατρική, οφθαλμολογία, ακτινολογία, περιπατητική χειρουργική επέμβαση, και νευροχειρουργική, παραδίδεται **πολλαπλή εκπαίδευση** για τους επαγγελματίες της υγείας. Παρέχει εικονική στήριξη σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης για την υγεία με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά :

- Online διαβουλεύσεις που αντιπροσωπεύουν το 80% της ιατρικής δραστηριότητας και 20% την βοήθεια σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης.
- Online διαβουλεύσεις κατά μέσο όρο 17 λεπτών με εύρος από 4 έως 35 λεπτά.  
Το 76% των ασθενών δεν πρέπει να μεταφερθεί σε νοσοκομεία αναφοράς.
- Από το υπόλοιπο 24%, το 82% είναι αυτό που χρειάζεται περαιτέρω διαγνωστικές διαδικασίες που δεν μπορούσαν να παρέχονται στο χώρο διαβούλευσης.
- Το 2002, προγραμματίστηκαν μεταφορές για την υγεία που αυξήθηκαν κατά 18% έναντι του 2001, ενώ επείγουσα μεταφορά αυξήθηκε μόνο κατά 7%.
- Εκπομπή και λήψη γιατρών, καθώς και οι ασθενείς δείχνουν πολύ υψηλό ποσοστό ικανοποίησης με την υπηρεσία [28].

Ένα άλλο διεθνές πρόγραμμα πραγματοποιήθηκε στη Γαλλία με την επωνυμία "**Sesame-Vitale**" που βρίσκονται στην ιστοσελίδα της κυβέρνησης [29].

Το Γαλλικό Εθνικό Κοινωνικής Ασφάλισης (**CNAM**) είχε σχεδιάσει να εκσυγχρονίσει το σύστημα επιστροφής του για πάνω από 20 χρόνια. Το 1978, το CNAM υιοθέτησε ένα ασφαλές ηλεκτρονικό σύστημα συλλογής δεδομένων με τη χρήση ηλεκτρονικών ή έξυπνων καρτών. Το έντυπο χαρτί επιστροφής θα γίνει μέσω ενός "ηλεκτρονικού φύλλου περίθαλψης" που παράγεται από την αλληλεπίδραση της υγείας του επαγγελματία υπολογιστή, και την κάρτα του πολίτη, καθώς και ένα κεντρικό δίκτυο.

Τα δεδομένα από την ηλεκτρονική φροντίδα διέλευσης φύλλου, μέσω του Κοινωνικού Δικτύου Υγείας αντιμετωπίζεται αυτόματα από το πληροφοριακό σύστημα του CNAM.

Περισσότερα από 10.000 χλμ οπτικών ινών εγκαθίστανται κάτω από τους σιδηρόδρομους, προσβάσιμο από 155 σημεία παρουσίας σε Γαλλία, Μονακό, Γαλλική Γουϊνέα, για να εξασφαλιστεί η ραχοκοκαλιά του συστήματος τηλεπικοινωνίας.

Η ραχοκοκαλιά διοικείται από μια κοινή θυγατρική του Γαλλικού Εθνικού Εταιρεία Σιδηροδρόμων και μια ιδιωτική ομάδα τηλεπικοινωνιών. Η **Cegetel RSS** ταυτότητα της υγείας σε επαγγελματίες εξασφαλίζει την διασύνδεση μεταξύ των παραγόντων της υγείας, μέσω της εξασφάλισης ενός mail. Ταυτόχρονα εξασφαλίζει την πρόσβαση σε φάρμακα και ιατρικές πληροφορίες. Το σύστημα αυτό ξεδιπλώθηκε μεταξύ 1998 και 2001, μέσω της Γαλλίας και σε άλλα κράτη. Ιδιωτικοί επαγγελματίες υγείας κλήθηκαν να εισαγάγουν έναν υπολογιστή και συσκευή τηλεμετάδοσης στα γραφεία τους και εξοπλίστηκαν με την **“Κάρτα Επαγγελματία Υγείας”**. Πάνω από 50.000 γιατροί και 300 νοσοκομεία είναι συνδεδεμένα. Ένα εκατομμύριο μορφές διαβιβάστηκαν το 2002 και συνολικά 450.000 επαγγελματίες έχουν λάβει τις κάρτες [29].

Στην επόμενη παράγραφο γίνεται αναφορά στον παγκόσμιο οργανισμό υγείας (**WHO**).

## **1.8 Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας**

Ο όρος **“ηλεκτρονική υγεία”** (eHealth) σύμφωνα με τον παγκόσμιο οργανισμό υγείας καλύπτει ένα ευρύ φάσμα εργαλείων βασισμένων στις τεχνολογίες πληροφοριών και επικοινωνιών που στοχεύουν στην καλύτερη πρόληψη, διάγνωση, θεραπεία, παρακολούθηση και διαχείριση της υγείας και του τρόπου ζωής των ασθενών.

Η ηλεκτρονική υγεία περιλαμβάνει τη συνεργασία μεταξύ ασθενών και φορέων παροχής υγειονομικών υπηρεσιών, την ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ διαφόρων ιδρυμάτων και την επικοινωνία μεταξύ ασθενών ή απασχολουμένων στον τομέα της υγείας. Περιλαμβάνει επίσης δίκτυα πληροφοριών για την υγεία, ηλεκτρονικά μητρώα υγείας, υπηρεσίες τηλεϊατρικής και ατομικά ενδύτα και φορητά επικοινωνούντα συστήματα για την παρακολούθηση και στήριξη των ασθενών.

Τα εργαλεία ηλεκτρονικής υγείας παρέχουν, για παράδειγμα, πρόσβαση σε πληροφορίες για την υγεία που μπορούν να σώσουν ζωές, γεγονός ιδιαίτερα σημαντικό λόγω της ολοένα μεγαλύτερης διασυνοριακής κυκλοφορίας πολιτών και ασθενών. **Η ηλεκτρονική υγεία μπορεί να αποφέρει σημαντικά οφέλη σε ολόκληρη την κοινωνία, βελτιώνοντας την πρόσβαση στην παρεχόμενη περίθαλψη καθώς και την ποιότητά της.**

Επιπλέον, συμβάλλει στην ανάπτυξη συστημάτων υγείας προσανατολισμένων στον πολίτη και στην εν γένει αποτελεσματικότητα, αποδοτικότητα και βιωσιμότητα του τομέα της υγείας.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση προωθεί τη δημιουργία ενός ‘‘ευρωπαϊκού χώρου ηλεκτρονικής υγείας’’, συντονίζοντας δράσεις και διευκολύνοντας την συνεργασία μεταξύ συναφών πολιτικών και ενδιαφερομένων φορέων με στόχο την εξεύρεση καλύτερων λύσεων, την αποφυγή του κατακερματισμού της αγοράς και τη διάδοση ορθών πρακτικών. Ειδικότεροι στόχοι της είναι η δημιουργία ενός συστήματος ηλεκτρονικών μητρώων υγείας με τη στήριξη της ανταλλαγής πληροφοριών και της τυποποίησης, η ανάπτυξη δικτύων ανταλλαγής πληροφοριών για την υγεία μεταξύ φορέων περίθαλψης ώστε να υπάρχει συντονισμός των δράσεων σε περίπτωση κινδύνου για τη δημόσια υγεία και η παροχή υπηρεσιών υγείας σε απευθείας σύνδεση, όπως πληροφοριών για μια υγιεινή ζωή και της πρόληψης των ασθενειών.

Τέλος, ένας άλλος στόχος είναι **η ανάπτυξη συστημάτων** τηλεσυμβουλευτικής (teleconsultation), ηλεκτρονικής συνταγογράφησης (ePrescribing), ηλεκτρονικής παραπομπής (eReferral) και ηλεκτρονικής επιστροφής των ιατρικών εξόδων.

Για να στεφθεί από επιτυχία το εγχείρημα αυτό, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη οι ανάγκες των πολιτών, των ασθενών-απασχολουμένων στον τομέα της υγείας και παράλληλα να εξασφαλιστεί η συμμετοχή τους στην υλοποίηση των σχετικών σχεδίων και στρατηγικών [30].

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### 2. Τεχνολογίες στην Τηλεϊατρική

#### 2.1 Τηλεματικές υπηρεσίες

Οι υπηρεσίες τηλεματικής κάνουν χρήση πολλών διακριτών μέχρι πρόσφατα τεχνολογιών και διαφόρων τεχνολογικών μέσων. Σήμερα διαφαίνεται όλο και περισσότερο η προσπάθεια σύγκλισης και ολοκλήρωσης όλων των υπηρεσιών με κεντρικό άξονα τα δίκτυα υπολογιστών. Παρακάτω αναφέρονται οι πιο γνωστές τηλεματικές υπηρεσίες [1] :

- **Τηλεμοιότυπο (Fax):** Η πιο γνωστή και διαδεδομένη σύγχρονη τηλεματική υπηρεσία. Πρόκειται για τις γνωστές συσκευές Fax, μέσω των οποίων αποστέλλονται κείμενα, ή γραφικά σε χαρτί. Οι συσκευές Fax λειτουργούν συγχρόνως σαν σαρωτές και modem. Πρώτα γίνεται η σάρωση του περιεχομένου του χαρτιού και στη συνέχεια κωδικοποιείται για την αποστολή του. Το Fax μπορεί να αποσταλεί και με τη χρήση υπολογιστή και ειδικού λογισμικού το οποίο έχει αυτή τη δυνατότητα αποστολής δεδομένων, ή και αντίστροφα.
- **Τηλεκειμενογραφία (Teletext):** Πρόκειται για την γνωστή υπηρεσία teletext που μεταδίδεται μέσω τηλεόρασης με δεδομένα κειμένου. Η πληροφόρηση αφορά πάρα πολλούς τομείς.
- **Τηλεηχοπληροφόρηση (Audiotext):** Η υπηρεσία αυτή παρέχει με ειδική χρέωση εξειδικευμένες πληροφορίες με ήχο που είναι μαγνητοφωνημένες ζωντανές και καλύπτουν θέματα ψυχαγωγίας, ενημέρωσης και επιστήμης.
- **Τηλεεικονογραφία (Videotext):** Πρόκειται για μια υπηρεσία που λειτουργεί παγκόσμια. Τα απαραίτητα εξαρτήματα αυτής της υπηρεσίας είναι τα ειδικά τερματικά videotext, ή ένας υπολογιστής με modem που λειτουργεί ως προσομοιωτής (emulator). Οι πληροφορίες που μπορούμε να πάρουμε βρίσκονται σε ειδικές βάσεις videotext εντός ή εκτός Ελλάδας και είναι σε μορφή κειμένου και γραφικών. Τα θέματα που παρέχονται

καλύπτουν ποικίλους τομείς όπως ψυχαγωγία, καιρό, οικονομικές πληροφορίες, τουρισμό, στατιστικά στοιχεία κλπ.

- **Εικονοτηλέφωνο (VideoPhone):** Είναι η υπηρεσία που υποστηρίζεται από τα δίκτυα του ΟΤΕ και δίνει τη δυνατότητα σε αυτούς που συνομιλούν μέσω τηλεφώνου να έχουν οπτική επαφή. Η υπηρεσία αυτή απαιτεί ταχύτατα δίκτυα και λειτουργεί με τη γνωστή γραμμή ISDN. Οι συσκευές εικονοτηλεφώνων που κυκλοφορούν σήμερα είναι αρκετών τύπων και έχουν δυνατότητες οι οποίες επιτρέπουν την οπτικοακουστική επαφή δύο ή περισσοτέρων ατόμων σε διαφορετικά μέρη ώστε να γίνεται και χρήση της εικονοδιάσκεψης.

- **Τηλεδιάσκεψη (Video Conference):** Πρόκειται για μια από τις πιο σύγχρονες υπηρεσίες στο χώρο των τηλεπικοινωνιών. Με την υπηρεσία αυτή μπορούν να είναι σε οπτική και ακουστική επαφή ταυτόχρονα αρκετοί άνθρωποι από διαφορετικές γεωγραφικές περιοχές. Μέσα από τη διάσκεψη αυτού του τύπου χρησιμοποιούνται ταυτόχρονα και άλλα μέσα επικοινωνίας όπως Fax, ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, προβολείς ταινιών, slides κλπ.

- **Τηλεειδοποίηση (Paging):** Πρόκειται για μια οικονομική λύση κινητής ασύρματης επικοινωνίας. Χρησιμοποιείται από ανθρώπους που λόγω των δραστηριοτήτων τους είναι αναγκασμένοι να πραγματοποιούν συχνές μετακινήσεις. Η συσκευή ειδοποίησης είναι ένας δέκτης ηχητικού σήματος πολύ μικρών διαστάσεων, όπως ένας αναπτήρας τσέπης. Οι σημερινοί δέκτες διαθέτουν αρκετά διαφορετικά ηχητικά σήματα ώστε με τον προγραμματισμό τους να αναγνωρίζουμε ποιος μας καλεί. Το δέκτη μπορούμε να τον καλέσουμε με μια οποιαδήποτε κοινή τηλεφωνική συσκευή. Για την υπηρεσία αυτή λειτουργούν ειδικά κέντρα τηλεειδοποίησης τα οποία είναι συνδεδεμένα με τηλεφωνικά κέντρα. Η κλήση προς τον δέκτη γίνεται με το πρόθεμα 0921 (για την Ελλάδα) και στη συνέχεια με έναν πενταψήφιο αριθμό.

- **Κινητή τηλεφωνία (mobile communication):** Πρόκειται για μια υπηρεσία που απόκτησε πάρα πολλούς χρήστες τα τελευταία χρόνια. Η υπηρεσία αυτή αναπτύσσεται στη χώρα μας σύμφωνα με το διεθνές ψηφιακό Κυψελοειδές σύστημα DCS 1800 που αποτελεί εξέλιξη του GSM. Το σύστημα αυτό δίνει τη δυνατότητα μιας πληθώρας υπηρεσιών στην κινητή τηλεφωνία όπως ο αυτόματος τηλεφωνητής, η αποστολή μηνυμάτων από άλλο κινητό, ή από υπολογιστή, Fax κλπ. Οι συσκευές συνομιλίας



βελτιώνονται συνεχώς και το μέγεθός τους έχει φθάσει σε τόσο μικρές διαστάσεις που τις καθιστούν πολύ ευέλικτες στη μεταφορά τους.

- **Ηλεκτρονικό ταχυδρομείο (e-mail):** Πρόκειται για την τηλεματική εφαρμογή, της οποίας αυξάνει καθημερινά ο αριθμός των χρηστών. Επιτυγχάνεται μεταξύ υπολογιστών σε δίκτυο και συνιστά την ταχύτερη μεταφορά ταχυδρομείου. Μας δίνει τη δυνατότητα αποστολής μηνύματος κειμένου, και με συνημμένο τρόπο, οποιουδήποτε αρχείου κάθε μορφής. Στην υπηρεσία αυτή μπορούμε να συμπεριλάβουμε από τα απλά μηνύματα που ανταλλάσσονται μεταξύ χρηστών ενός τοπικού δικτύου μέχρι τα μηνύματα που αποστέλλονται μέσω του διαδικτύου Internet. Στα πλαίσια του Internet λειτουργούν ειδικοί υπολογιστές που ονομάζονται mail-servers και είναι υπεύθυνοι για τη δρομολόγηση του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου.

- **Τηλεεκπαίδευση (Telelearning):** Μια από τις πιο σύγχρονες τηλεματικές εφαρμογές, η οποία χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση μέσω αρκετών προγραμμάτων. Στόχος της είναι η εκπαίδευση από απόσταση σε εκπαιδευτικά ιδρύματα, φορείς, επιχειρήσεις, άτομα με ειδικές ανάγκες, προβληματικές γεωγραφικές περιοχές από άποψη πρόσβασης κλπ. Οι Σκανδιναβικές χώρες την χρησιμοποιούν εδώ και αρκετά χρόνια στην εκπαίδευση, λόγω συχνών αποκλεισμών περιοχών εξαιτίας των κλιματολογικών συνθηκών.

- **Τηλεεργασία (Teleworking, ή Telecommuting):** Ήδη έχει αρχίσει να αναπτύσσεται, ιδιαίτερα στην Αμερική. Τα επόμενα χρόνια πρόκειται να επεκταθεί σε πολλές χώρες. Τα πλεονεκτήματα είναι πάρα πολλά και σοβαρά. Μπορεί να επιφέρει αποσυμφόρηση στο κυκλοφοριακό των μεγαλουπόλεων και κέρδος του χρόνου μεταφοράς στο χώρο εργασίας.

- **Τηλεεξυπηρέτηση (Teleservice):** Στην κατηγορία αυτή υπάγονται πάρα πολλές υπηρεσίες που παρέχονται από απόσταση. Οι πληροφορίες αυτές μπορεί να προέρχονται από κρατικές, ή ιδιωτικές υπηρεσίες και εταιρείες. Μεταξύ των πάρα πολλών αλλά και πολύ σημαντικών υπηρεσιών είναι η Τηλεϊατρική, η οποία μπορεί να βοηθήσει σημαντικά τον άνθρωπο και ιδιαίτερα τους κατοίκους των μικρών κέντρων και της υπαίθρου. Ήδη δημιουργούνται τέτοια κέντρα και στη χώρα μας [31].

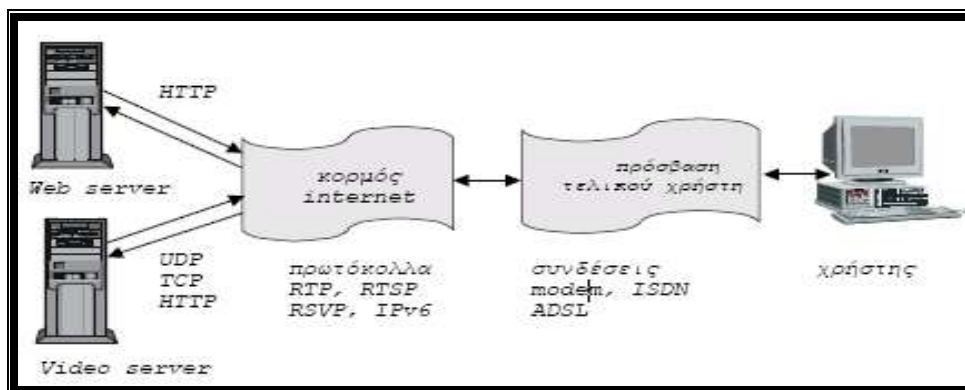
Τα πρωτόκολλα επικοινωνίας θα αναφερθούν στην επόμενη παράγραφο.

## 2.2 Πρωτόκολλα Επικοινωνίας

Η μετατροπή του σημερινού διαδικτύου σε multimedia δίκτυο, κάθε άλλο παρά απλή υπόθεση μπορεί να χαρακτηριστεί. Υπάρχουν τουλάχιστον τρεις σημαντικές δυσκολίες, που θα πρέπει να αντιμετωπισθούν με επιτυχία. Μια από αυτές τις δυσκολίες είναι το **υψηλά απαιτούμενο bandwidth**. Ένα τυπικό απόσπασμα ταινίας 25" σε ανάλυση 320x240 pixels καταλαμβάνει περίπου 2,3MB-συμπίεσμένο αρχείο- και ισοδυναμεί με χίλιες και πλέον σελίδες κειμένου. Επομένως, το εύρος διαμεταγωγής που απαιτείται είναι πολλαπλάσιο σε σχέση με τις παραδοσιακές ιστοσελίδες που περιέχουν κείμενο και εικόνες, ενώ ταυτόχρονα κρίνεται απλησίαστο με τα σημερινά δεδομένα.

Μία επίσης πολύ σημαντική παράμετρος, είναι η **απαίτηση για αποστολή και λήψη του υλικού σε πραγματικό χρόνο (real time)** χωρίς διακοπές και για να πραγματοποιηθεί αυτό θα πρέπει ο ρυθμός στον οποίο ψηφιοποιήθηκε το υλικό (sample rate), να είναι συνεχώς ίδιος με το ρυθμό διαμεταγωγής από τον server στον υπολογιστή μας. Αν το υλικό καταφθάει με μικρότερο ρυθμό, η αναπαραγωγή θα σταματήσει στιγμιαία και η αλλαγή αυτή θα γίνει άμεσα αντιληπτή. Είναι άλλωστε γεγονός ότι οι ανθρώπινες αισθήσεις δεν μπορούν να ανεχτούν οποιαδήποτε διακοπή ξεπερνά τα 250 millisecond, οπότε το περιθώριο λάθους είναι πολύ μικρό.

Ένας τρίτος και τελευταίος παράγοντας που πρέπει να ληφθεί υπόψη αφορά τη **ροή (bitstream) του υλικού**. Η ροή αυτή αποτελείται από τα πακέτα που στέλνει ο server και αποθηκεύονται προσωρινά στον buffer που διαθέτει η εφαρμογή που χρησιμοποιούμε. Ο προσωρινός αυτός χώρος αποθήκευσης χρησιμοποιείται για να ενωθούν τα πακέτα στη σωστή σειρά πριν από την αναπαραγωγή τους. Παράλληλα με τον τρόπο αυτό μπορεί να καλυφθεί κάποια διακοπή στο ρυθμό παραλαβής με αναπαραγωγή των ήδη αποθηκευμένων πακέτων. Επειδή όμως, ο buffer αυτός είναι περιορισμένος, αν τα πακέτα παραλαμβάνονται με ρυθμό πολύ ταχύτερο από ότι μπορούν να αναπαραχθούν τότε θα υπερχειλίσει και πολλές πληροφορίες θα χαθούν. Επομένως, η απλή αύξηση του bandwidth δεν επαρκεί, αλλά πρέπει να συνοδευτεί με κάποιο τρόπο ελέγχου του ρυθμού αποστολής. Η διαδικασία αυτή περιγράφεται στην παρακάτω εικόνα.



**Εικόνα 2.1 : Διαδικασία επικοινωνίας μεταξύ web server και χρήστη [32].**

Ας δούμε, όμως πώς αντιμετωπίζονται όλες αυτές οι προκλήσεις από τα σύγχρονα πρωτόκολλα επικοινωνίας.

### TCP

Οι απλοί Web (HTTP) servers χρησιμοποιούν το γνωστό **πρωτόκολλο TCP** (Transmission Control Protocol) για την αξιόπιστη μεταφορά δεδομένων. Όταν τα πακέτα που αποτελούν το υλικό καθυστερούν, το TCP θα σταματήσει τη μετάδοση, αναμένοντας την παραλαβή τους. Στην περίπτωση που για οποιονδήποτε λόγο τα πακέτα χαθούν, ή φθάνουν με λάθη, ο server θα αναλάβει την επαναποστολή τους και θα περιμένει εκ' νέου την παραλαβή τους. *Ο τρόπος αυτός λειτουργίας δεν ενδείκνυται για βίντεο και ήχο, αφού προκαλεί καθυστερήσεις που ενοχλούν το χρήστη.* Παρόλα αυτά, στην περίπτωση του streaming υπάρχει μεγαλύτερη ανοχή για χαμένα ή κατεστραμμένα πακέτα, των οποίων αν ο αριθμός είναι μικρός, δεν γίνονται άμεσα αντιληπτά.

Ακόμη ένα πρόβλημα με το συγκεκριμένο πρωτόκολλο είναι ότι δεν επιτρέπει την αμφίδρομη επικοινωνία μεταξύ του server και του client (πελάτη). Επομένως, είναι αδύνατος ο δυναμικός έλεγχος του bandwidth που διαθέτει ο χρήστης και η επιλογή της κατάλληλης ροής (bitstream) που θα ταίριαζε σε αυτόν. Παράλληλα, δεν είναι δυνατός ο έλεγχος της ίδιας της ροής και η επιλογή για rewind, pause, fast-forward κ.λ.π. Για τους λόγους αυτούς το TCP είναι δύσκολο να χρησιμοποιηθεί για τη μετάδοση σε πραγματικό χρόνο streaming υλικού και οι περισσότερες εταιρείες προτιμούν τους ειδικούς servers που είναι αφιερωμένοι στη διαδικασία αυτή. Το πρωτόκολλο που χρησιμοποιούν ονομάζεται **UDP (Universal DataGram)** και συνδυάζεται με νέα real time πρωτόκολλα που έχουν αναπτυχθεί από το Internet Engineering Task Force (IETF).

## IPv6

Το πρωτόκολλο **IP version 6** (6<sup>η</sup> έκδοση) αποτελεί τη νέα έκδοση του Internet Protocol v4 (4<sup>η</sup> έκδοση) που χρησιμοποιείται σήμερα. Περιλαμβάνει υποστήριξη για το μοντέλο Multicast και για multimedia streaming περιεχόμενο (όπως βίντεο και ήχο), καθώς και για την κρυπτογράφηση δεδομένων. Ένα από τα μεγάλα πλεονεκτήματα του, που δεν συνδέεται όμως με το video streaming, είναι ο μεγαλύτερος χώρος διευθύνσεων που διαθέτει (address space). Επειδή είναι αδύνατο το νέο πρωτόκολλο να εγκατασταθεί ταυτόχρονα παντού, είναι συμβατό με το προκάτοχο του IPv4.

## UDP

Το UDP προέρχεται από τα αρχικά των λέξεων Universal Datagram Protocol και αποτελεί την εναλλακτική λύση για το TCP (Transmission Control Protocol). Σε αντίθεση με το προηγούμενο πρωτόκολλο δεν περιλαμβάνει έλεγχο λαθών με αποτέλεσμα όταν κάποια πακέτα χαθούν κατά τη μεταφορά να μην ξαναστέλλονται. Το πρωτόκολλο αυτό χρησιμοποιούν μεταξύ άλλων και οι RealPlayer, StreamWorks και VDOLive. Μάλιστα ο RealPlayer επιτρέπει την επιλογή μεταξύ UDP ή TCP, παρόλο που το πρώτο ενδείκνυται περισσότερο.

Το σημαντικότερο μειονέκτημα του UDP είναι ότι αντιμετωπίζει προβλήματα με τα firewalls. Αν και πολλές εταιρείες στο κόσμο κινούνται για την αντιμετώπιση του προβλήματος, πολλοί χρήστες δεν θα καταφέρουν να παρακολουθήσουν streaming περιεχόμενο όταν βρίσκονται πίσω από κάποιο firewall.<sup>1</sup>

## Mbone

Το Multicast BackBone είναι ένα πειραματικό δίκτυο "πάνω" από το internet. Ο σκοπός για τον οποίο αναπτύχθηκε είναι η έρευνα και η εξέταση των πλεονεκτημάτων και των μειονεκτημάτων του μοντέλου Multicasting που υποστηρίζει το IPv6. Σήμερα υπάρχουν περισσότερα από 1700 δίκτυα σε 20 διαφορετικές χώρες που βασίζονται στο Mbone. Χρησιμοποιείται για τη μετάδοση multimedia περιεχομένου, όπως ραδιοφωνικές εκπομπές και ζωντανές εκδηλώσεις.

---

<sup>1</sup> (Τείχος προστασίας που χρησιμοποιείται για να δηλώσει κάποια συσκευή ή πρόγραμμα που δεν είναι ρυθμισμένο ώστε να επιτρέπει ή να απορρίψει πακέτα δεδομένων που περνάνε από ένα δίκτυο υπολογιστών σε ένα άλλο).

## **RTP**

Το Real Time Protocol αποτελεί το βασικότερο πρωτόκολλο σήμερα για τη μετάδοση streaming media στο internet. Λειτουργεί προσθέτοντας πληροφορίες στα πακέτα UDP που περιλαμβάνουν μία χρονική στάμπα (time-stamp), έναν σειριακό αριθμό (sequence number) και το τύπο της συμπίεσης που χρησιμοποιήθηκε. Με τον τρόπο αυτό επιτρέπει τη συγχρονισμένη αποστολή πακέτων και τη σωστή αποσυμπίεση και επανασύνδεση τους από τον παραλήπτη. Ένα από τα πλεονεκτήματα του είναι ότι παρέχει τη δυνατότητα για συγχρονισμό μεταξύ του ήχου, της εικόνας και των γραφικών κατά την αναπαραγωγή τους στον υπολογιστή μας. Παρόλο που έχει σχεδιαστεί κυρίως για μετάδοση δεδομένων μέσω του μοντέλου multicast, χρησιμεύει και για unicast μεταδόσεις. Επιτρέπει τη μονόδρομη μετάδοση περιεχομένου (όπως Video-on-Demand), αλλά και τις αμφίδρομες υπηρεσίες, όπως η λεγόμενη τηλεφωνία μέσω του internet. Για τη λειτουργία του συνεργάζεται με το πρωτόκολλο RTCP που επιτρέπει τον έλεγχο της ποιότητας της μετάδοσης.

## **RTCP**

Το Real Time Control Protocol αποτελεί μέρος του RTP και έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε να συνεργάζεται με αυτό. Κατά τη μετάδοση υλικού μέσω του RTP, ο server και ο client ανταλλάσσουν ανά τακτά χρονικά διαστήματα πακέτα RTCP με πληροφορίες για την ποιότητα των υπηρεσιών και την διαχείριση των συνδρομών.

## **RTSP**

Το Real Time Streaming Protocol είναι ένα υψηλού επιπέδου πρωτόκολλο client/server που επιτρέπει τον έλεγχο της ποιότητας αποστολής του υλικού και την εκτέλεση λειτουργιών όπως stop, pause, rewind και fast-forward. Επίσης προνοεί για την ασφάλεια του υλικού, τη διαχείριση των δικαιωμάτων (DRM) και τη καταμέτρηση του υλικού που παραλαμβάνουν οι χρήστες. Με τον τρόπο αυτό είναι δυνατή η χρέωση του περιεχομένου και επομένως η λειτουργία των συνδρομητικών υπηρεσιών. Το RTSP μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με τα πρωτόκολλα UDP, TCP ενώ υποστηρίζει τη χρήση του RTP σαν χαμηλότερου επιπέδου πρωτόκολλο (underlying).

## **RSVP**

Ο σκοπός του Resource Reservation Protocol είναι η εξασφάλιση της ποιότητας της μετάδοσης. Με το πρωτόκολλο αυτό ο αποδέκτης μπορεί να απαιτήσει από το δίκτυο την

παροχή του συγκεκριμένου bandwidth που χρειάζεται για την παρακολούθηση του streaming υλικού. Οι εφαρμογές που χρησιμοποιούν το RSVP παρακρατούν τους απαραίτητους πόρους σε routers και transmission paths, ώστε να ικανοποιήσουν το απαιτούμενο από τον αποδέκτη bandwidth. Ο τρόπος αυτός λειτουργίας είναι ανάλογος με τις εφαρμογές στον υπολογιστή και παρακρατεί την απαιτούμενη από αυτές μνήμη. Ο κυριότερος τρόπος για την "παρακράτηση" των πόρων που προαναφέραμε είναι η απόδοση προτεραιότητας στα διάφορα πακέτα που μεταδίδονται. Το **RSVP** είναι το βασικό στοιχείο, πάνω στο οποίο θα στηριχθεί το μελλοντικό **Integrated Services Internet** [32].

Οι αντίστοιχες τηλεμετρικές συσκευές αναφέρονται στην επόμενη παράγραφο.

### **2.3 Τηλεματικές συσκευές**

Με τον όρο τηλεματικές εφαρμογές εννοούμε όλες εκείνες τις υπηρεσίες που μας προσφέρει η σύγχρονη τεχνολογία, μέσω των οποίων μπορούμε να στείλουμε και να πάρουμε πάσης φύσεως πληροφορίες. Οι πληροφορίες μπορεί να είναι ακουστικές, οπτικές, εικόνας, ή κειμένου και μεταδίδονται μέσω τηλεόρασης, υπολογιστή ή άλλων ειδικών συσκευών. Οι τηλεματικές εφαρμογές κερδίζουν συνέχεια έδαφος στο σύγχρονο κόσμο, αλλάζοντας ριζικά τους τρόπους επικοινωνίας και μετάδοσης πληροφοριών. Οι υπηρεσίες τηλεματικής κάνουν χρήση πολλών διακριτών, μέχρι πρόσφατα τεχνολογιών και διάφορων τεχνολογικών μέσων. Σήμερα διαφαίνεται όλο και περισσότερο η προσπάθεια σύγκλισης και ολοκλήρωσης όλων των υπηρεσιών, με κεντρικό άξονα τα δίκτυα υπολογιστών. Στην συνέχεια γίνεται αναφορά στις υπηρεσίες τηλεματικής και στις αντίστοιχες συσκευές τους :

#### **Τηλεγραφία**

Πρόκειται για τη πρώτη υπηρεσία τηλεπικοινωνίας που χρησιμοποιείται μέχρι σήμερα. Είναι το κοινό τηλεγράφημα και η συσκευή που χρησιμοποιείται σήμερα από τον Ο.Τ.Ε για την αποστολή και τη λήψη του είναι το γνωστό telex. Το τηλεγράφημα είναι ένα από τα έγγραφα που του αναγνωρίζεται νομική ισχύς.

#### **Τηλεομοιοτυπία (telefax)**

Πρόκειται για την αποστολή και λήψη εγγράφων με κείμενα, ή γραφικά σε χαρτί μέσω των συσκευών fax. Η αποστολή fax μπορεί να γίνει και με τη βοήθεια ειδικού

λογισμικού από υπολογιστή. Σήμερα υπάρχει η δυνατότητα αποστολής και λήψης fax με το internet, πράγμα το οποίο είναι αρκετά σημαντικό, γιατί παρακάμπτεται η υπεραστική χρέωση. Το Winfax της Symantec θεωρείται το καλύτερο πρόγραμμα για τη λειτουργία αυτή. Επίσης είναι δυνατή η χρήση του browser, για την αποστολή fax, χρησιμοποιώντας διευθύνσεις που παρέχει η υπηρεσία, όπως π.χ. η <http://www.efax.com/>. Σήμερα αναπτύσσεται από τον Ο.Τ.Ε. και μια νέα υπηρεσία το mail-fax, με την οποία θα παρέχεται ένα σύστημα αυτόματης διαχείρισης εγγράφων-fax (αποστολή, λήψη και αποθήκευσης), που εξυπηρετεί το χρήστη σε 24ωρη βάση, προσφέροντας μαζικές αποστολές εγγράφων-fax σε ελάχιστο χρόνο με μία μόνο κλήση από τη συσκευή fax.

### **Τηλεκειμενογραφία (teletext)**

Πρόκειται για τη γνωστή υπηρεσία που μεταδίδεται από τη τηλεόραση με δεδομένα κειμένου και αφορά πάρα πολλούς τομείς, ακόμα και της καθημερινής ζωής. Χρησιμοποιεί το τηλεοπτικό δίκτυο για την εκπομπή ταυτόχρονα με τις τηλεοπτικές εκπομπές των υπηρεσιών που προσφέρει. Ένας κοινός δέκτης τηλεόρασης μπορεί να λάβει τα σήματα της τηλεκειμενογραφίας, αρκεί να εφοδιαστεί με έναν αποκωδικοποιητή. Ο χρήστης με τη βοήθεια του τηλεχειριστηρίου, μπορεί να εντοπίσει και να δει τις πληροφορίες που τον ενδιαφέρουν. Οι πληροφορίες που προσφέρει η τηλεκειμενογραφία, είναι οργανωμένες ανά θέμα και σελίδα. Η ύπαρξη ενός ανακυκλωτή επιτρέπει στις σελίδες να εναλλάσσονται κυκλικά. Η μόνη επέμβαση του χρήστη είναι η επιλογή της σελίδας που τον ενδιαφέρει, χωρίς να μπορεί να επέμβει στην ύλη της εκπομπής.

### **Τηλεεικονογραφία (videotext)**

Τα απαραίτητα εξαρτήματα αυτής της υπηρεσίας, είναι τα ειδικά τερματικά videotext, ή ένας υπολογιστής με modem, που με τη βοήθεια ειδικού προγράμματος προσομοίωσης τερματικού, λειτουργεί σαν τερματική μονάδα του υπερυπολογιστή (emulator). Ο συνδρομητής της υπηρεσίας αυτής επιλέγει με το τηλέφωνο του μια βάση δεδομένων, από την οποία ζητά τις πληροφορίες που επιθυμεί. Στην τηλεεικονογραφία ο χρήστης δεν επιλέγει μόνο την πληροφορία που θέλει να δει στην οθόνη, αλλά επεμβαίνει στο σύστημα στέλνοντας και τις δικές του πληροφορίες (interactive videotext). Αυτό άλλωστε είναι και το χαρακτηριστικό που δίνει προβάδισμα στην τηλεεικονογραφία, έναντι της τηλεκειμενογραφίας. Τέτοιες ειδικές βάσεις videotext, βρίσκονται στην

Ελλάδα και στο εξωτερικό και είναι σε μορφή κειμένου και γραφικών. Μερικά συστήματα videotext είναι το γαλλικό TELETEL (όπου διατίθενται φτηνά τερματικά MINITEL σε παραπάνω από 2000000 συνδρομητές), το αγγλικό PRESTEL και το ελληνικό HELLASTEL του Ο.Τ.Ε.

### **Τηλεηχοπληροφόρηση (audiotext)**

Η υπηρεσία αυτή προσφέρει στους πελάτες της, τη δυνατότητα της επικοινωνίας μέσω του δημόσιου τηλεφωνικού δικτύου όλο το 24ωρο, με τράπεζες πληροφοριών και τη λήψη χρησιμών και εξειδικευμένων πληροφοριών μαγνητοφωνημένων ή ζωντανών. Τα τέλη της audiotext είναι ίδια για όλους τους πελάτες πανελλαδικά, ανεξάρτητα από αποστάσεις. Οι υπηρεσίες που μπορούν να αναπτυχθούν με βάση τις τεχνικές του audiotext είναι πάρα πολλές. Ενδεικτικά αναφέρονται οι εξής: πρόγνωση καιρού, δρομολόγια, προγνωστικά, διαγωνισμοί, τηλεγνωριμίες, μουσικές επιλογές, χρηματιστηριακές πληροφορίες, φορολογικά, μικρές αγγελίες κ.λ.π. Οποιαδήποτε σταθερή τηλεφωνική συσκευή επιτρέπει πρόσβαση στις υπηρεσίες audiotext. Ωστόσο για μερικές πληροφορίες απαιτείται η χρήση του πληκτρολογίου για την επιλογή κάποιας πληροφορίας και επομένως θα πρέπει να γίνει χρήση μιας ψηφιακής συσκευής (ο διακόπτης να είναι γυρισμένος στη θέση TONE). Σήμερα οι υπηρεσίες audiotext (090) είναι προσβάσιμες μόνο από σταθερά τηλέφωνα, αλλά αναμένεται σύντομα θα επιτραπεί η χρήση τους και μέσω κινητών τηλεφώνων, ενώ η διάρκεια τους σε καμία περίπτωση δεν μπορεί να υπερβαίνει τα 15 λεπτά. Οι ζώνες χρέωσης που ισχύουν σήμερα είναι τρεις και δηλώνονται από το 4<sup>ο</sup> ψηφίο πριν από το τέλος του αριθμού κλήσης. Π.χ. στη περίπτωση του αριθμού 090-11-27-2-148, η ζώνη χρέωσης είναι η 2.

### **Τηλεειδοποίηση (paging)**

Πρόκειται για μια οικονομική λύση κινητής ασύρματης επικοινωνίας. Χρησιμοποιούνται από ανθρώπους που λόγω των δραστηριοτήτων τους είναι αναγκασμένοι να κάνουν συχνές μετακινήσεις. Η συσκευή ειδοποίησης είναι ένας δέκτης ηχητικού σήματος πολύ μικρών διαστάσεων (μεγέθους αναπτήρα τσέπης) με αρκετά διαφορετικά σήματα που προγραμματίζονται για να καταλαβαίνουμε ποιος μας καλεί. Τον δέκτη αυτόν μπορούμε να τον καλέσουμε με μια οποιαδήποτε κοινή τηλεφωνική συσκευή, με το πρόθεμα 0921 και στη συνέχεια ένα πενταψήφιο αριθμό (για την Ελλάδα). Σήμερα ο Ο.Τ.Ε δίνει τη δυνατότητα επικοινωνίας με το οικογενειακό και επαγγελματικό περιβάλλον, μέσω μιας



νέας οικονομικής υπηρεσίας τηλεειδοποίησης την ERMES. Το μήνυμα μπορεί να σταλεί με μια απλή τονική τηλεφωνική συσκευή, ή με ένα ειδικό πρόγραμμα H/Y, ή από το τηλεφωνικό κέντρο του Ο.Τ.Ε., και το μήκος του μηνύματος είναι μέχρι 400 χαρακτήρες.

### **Εικονοτηλέφωνο (videophone)**

Είναι η υπηρεσία που υποστηρίζεται από τα δίκτυα του Ο.Τ.Ε. και δίνει τη δυνατότητα της συνομιλίας με το τηλέφωνο, έχοντας ταυτόχρονα και οπτική επαφή. Η υπηρεσία απαιτεί υψηλές ταχύτητες μετάδοσης και λειτουργεί με το γνωστό δίκτυο ISDN. Οι συσκευές εικονοτηλεφώνων που κυκλοφορούν σήμερα είναι αρκετών τύπων και έχουν δυνατότητες που επιτρέπουν την οπτικοακουστική επαφή δύο ή περισσότερων ατόμων, σε διαφορετικά μέρη, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



**Εικόνα 2.2 : Τυπική συσκευή εικονοτηλεφώνου [32]**

### **Τηλέφωνο internet**

Πρόσφατα κυκλοφόρησαν στην αγορά τηλέφωνα που συνδέονται στη θύρα USB του υπολογιστή μας (π.χ. το Y@pPhone της Net2Phone) και πραγματοποιούν τηλεφωνικές κλήσεις (αστικές και υπεραστικές), μέσω internet και κατάλληλου software που παρέχεται από τη κατασκευάστρια εταιρεία. Οι προσφερόμενες υπηρεσίες ολοκληρώνονται με την αποστολή fax και VoiceEmail. Για τη πραγματοποίηση των προαναφερόμενων υπηρεσιών, εκτός από το κόστος του internet, ο χρήστης απαιτείται να διαθέτει και χρόνο ομιλίας ο οποίος περιέχεται σε μια χρονοκάρτα (calling card). Η κάρτα διαθέτει account number και PIN που πρέπει να εισαγάγει ο χρήστης στην αντίστοιχη εφαρμογή, και η ανανέωση του χρόνου γίνεται από το site της κατασκευάστριας εταιρείας. Η ποιότητα ομιλίας είναι πολύ καλή, εξαρτώμενη βέβαια και από τη κάρτα ήχου που διαθέτει ο χρήστης και το σημαντικότερο αποφεύγονται οι ‘φουσκωμένοι’ λογαριασμοί του Ο.Τ.Ε.

### **Τηλεεξυπηρέτηση (teleservice)**

Στη κατηγορία αυτή υπάγονται οι υπηρεσίες που παρέχονται από απόσταση και προέρχονται από κρατικούς (π.χ. έκδοση φορολογικής ενημερότητας χωρίς τη παρουσία του πολίτη στην εφορία), ή ιδιωτικούς φορείς και εταιρείες.

### **Τραπεζικές τηλεσυναλλαγές**

Πρόκειται για τα γνωστά μηχανήματα ATM που έχουν εγκατασταθεί σε όλες σχεδόν τις τράπεζες και επιτρέπουν την ανάληψη και κατάθεση χρημάτων, ή επιταγών, ενημέρωση κινήσεων, ερώτηση υπολοίπου, εκκαθαριστικό δανείου και άλλες υπηρεσίες.

### **Τηλεκπαίδευση (telelearning)**

Μία από τις σύγχρονες τηλεματικές εφαρμογές που έχει σαν στόχο την εκπαίδευση από απόσταση σε εκπαιδευτικά ιδρύματα, επιχειρήσεις, άτομα με ειδικές ανάγκες, γεωγραφικές περιοχές δύσκολα προσβάσιμες κ.λ.π. Έτσι εκπαιδευτής και εκπαιδευόμενοι, μπορούν να ολοκληρώσουν εκπαιδευτικές και μαθησιακές λειτουργίες αντίστοιχα, ενώ βρίσκονται σε διαφορετικό τόπο. Η παρεχόμενη εκπαίδευση είναι παράγοντας καθοριστικής σημασίας για την οικονομική και την κοινωνική πρόοδο, καθώς και για την ισότητα των ευκαιριών μέσα στη κοινωνία μας. Ο παράγοντας αυτός καθίσταται όλο και πιο σπουδαίος στην ψηφιακή εποχή, συμβάλλοντας στη διασφάλιση

της δια βίου μάθησης, στην εμφάνιση νέας γενιάς επιχειρηματιών, καθώς και στην ενδυνάμωση όλων των πολιτών ώστε να διαδραματίσουν ενεργό ρόλο στη κοινωνία της πληροφορίας. Στις κατευθυντήριες γραμμές της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την απασχόληση, τα κράτη-μέλη αναλαμβάνουν δέσμευση για ηλεκτρονική επικοινωνία όλων των σχολείων έως το 2012. Τελευταία με την ανάπτυξη του internet ο όρος τείνει να σημαίνει σχεδόν αποκλειστικά τη χρησιμοποίηση του διαδικτύου για την οργάνωση και διαχείριση των εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων. Η τηλεεκπαίδευση εκτός από την τηλεδιάσκεψη με ήχο και εικόνα, μπορεί να περιλαμβάνει και βασικές υπηρεσίες (e-mail, news, ftp, www), ηλεκτρονικούς πίνακες (white boarding), διαμοιρασμό εφαρμογών και κειμένων (application and document sharing) και γραπτό διάλογο (internet relay chat). Υπάρχουν δύο μορφές αλληλεπίδρασης και επικοινωνίας μεταξύ του εκπαιδευτή και του εκπαιδευόμενου: ο σύγχρονος και ο ασύγχρονος. Κατά τον **σύγχρονο τρόπο** εκπαιδευτές και εκπαιδευόμενοι αλληλεπιδρούν ταυτόχρονα μέσω του βίντεο, του ήχου, του κειμένου, ενώ υπάρχει η δυνατότητα υποβολής ερωτήσεων από τη πλευρά των εκπαιδευόμενων. Στο μοντέλο της **ασύγχρονης τηλεεκπαίδευσης**, οι εκπαιδευόμενοι έχουν πρόσβαση στο ηλεκτρονικό υλικό (που μπορεί να είναι συνδυασμός βίντεο, ήχου, γραφικών και κειμένου) τη χρονική στιγμή που αυτοί επιθυμούν και με το δικό τους ρυθμό, ενώ δεν ενημερώνονται για την δραστηριότητα των άλλων μελών της “τάξης”.

### **Τηλεεργασία (teleworking ή telecommuting)**

Έχει ήδη αρχίσει να αναπτύσσεται στην Αμερική και απλώνεται σε πολλές άλλες χώρες. Παρέχει τη δυνατότητα σε άτομα που βρίσκονται σε διαφορετικά σημεία εργασίας να συνεργάζονται και να αποδίδουν σαν να βρίσκονταν στον ίδιο χώρο. Μπορεί να επιφέρει αποσυμφόρηση στο κυκλοφοριακό των μεγαλουπόλεων και κέρδος από τη μεταφορά στο χώρο εργασίας. Επιπλέον πιστεύεται ότι η εργασία από το σπίτι είναι πιο αποδοτική, επειδή ο εργαζόμενος εργάζεται σε ήρεμο περιβάλλον χωρίς τους εκνευρισμούς και το άγχος των μετακινήσεων. Οι Σκανδιναβικές χώρες την χρησιμοποιούν εδώ και αρκετά χρόνια στην εκπαίδευση, λόγω συχνών αποκλεισμών περιοχών εξαιτίας των κλιματολογικών συνθηκών.

### **Τηλεμετάδοση**

Η μετάδοση video μέσω του υπερδικτύου εφαρμόζεται σήμερα κάτω από αρκετές μορφές (πilotικές, δοκιμαστικές, ερασιτεχνικές, επαγγελματικές). Στο τομέα αυτό

σημαντικό ρόλο έχει παίξει η χρήση των τηλεπικοινωνιακών γραμμών ISDN. Θα μπορούσε να εφαρμοστεί σε ιδιωτικούς χώρους φύλαξης από απόσταση, σε πολυσύχναστα σημεία και δρόμους από τη τροχαία κ.α.

Μία από τις εφαρμογές τηλεμετάδοσης σε πραγματικό χρόνο είναι οι συνεδριάσεις του Ελληνικού κοινοβουλίου [32].

Οι ανάγκες λειτουργίας συστημάτων τηλεϊατρικής αναφέρονται στην επόμενη παράγραφο.

## **2.4 Ανάγκες δημιουργίας συστημάτων Τηλεϊατρικής**

Το βασικό ερώτημα για το οποίο πρέπει να γίνει έρευνα είναι αν πράγματι υπάρχει ανάγκη δημιουργίας συστημάτων τηλεϊατρικής. Υπάρχουν πολλές δισταύμενες απόψεις ενώ στο ερώτημα ποιοι παράγοντες υποδεικνύουν την ανάπτυξη υπηρεσιών τηλεϊατρικής παρατηρούμε τους κάτωθι [33] :

- Η ισότητα στην πρόσβαση
- Η ποιότητα υπηρεσιών
- Οι δημογραφικές μεταβολές
- Η βελτίωση του κλινικού αποτελέσματος
- Η έρευνα και η τεχνολογία
- Ο έλεγχος δαπανών των υπηρεσιών υγείας
- Οι επιχειρηματικές δυνατότητες

Τα παρακάτω θέματα αναφέρονται στις παρακάτω υποπαραγράφους :

### **Η ΙΣΟΤΗΤΑ ΣΤΗΝ ΠΡΟΣΒΑΣΗ ΚΑΙ Η ΤΗΛΕΪΑΤΡΙΚΗ**

Η καθημερινή πρακτική υποδεικνύει ότι δεν έχουν όλοι οι πολίτες ίση πρόσβαση στις υπηρεσίες. Οι υπηρεσίες μπορεί να είναι υγείας, εκπαίδευσης, άθλησης, πολιτισμού, οικονομικής φύσεως, αναψυχής, πληροφόρησης και ενημέρωσης. Οι λόγοι μπορεί να είναι πολλοί και διάφοροι, όπως γεωγραφικοί, περιβαλλοντικοί, οικονομικοί, εκπαιδευτικοί, υγείας κ.λ.π.

Αν θεωρήσουμε την καλή πλευρά των πραγμάτων, οι προσπάθειες όλων των κοινωνιών σήμερα εστιάζονται στην ‘ένδυνάμωση του πολίτη’, ώστε να έχει πρόσβαση και δυνατότητα αξιοποιήσεως όλων των ευκαιριών που εμφανίζονται και προσφέρονται. Τα

παλιά συστήματα φαίνεται ότι απέτυχαν στο να εξασφαλίσουν τέτοιες προϋποθέσεις, τουλάχιστον σε μεγάλη κλίμακα, συνεχώς και με επιτυχία. Με το χρόνο και ιδιαίτερα σήμερα, τα συστήματα άρχισαν να εξυπηρετούν πρωταρχικώς το ίδιο το σύστημα και τους λειτουργούς των πολιτών. Στη σημερινή πραγματικότητα εμφανίστηκε ένας νέος σύμμαχος του ανθρώπου: **“οι τηλεματικές τεχνολογίες”** και πολλοί άνθρωποι πιστεύουν ότι οι νέες τεχνολογίες θα προσφέρουν νέες δυνατότητες στους πολίτες. **Μέσω αυτών οι αποστάσεις εκμηδενίζονται και η διάθεση των υπηρεσιών μπορεί να γίνει σε οποιοδήποτε σημείο και αν βρίσκεται ο πολίτης, ανεξάρτητα από την ώρα που τις επιζητεί.** Προφανώς και αυτά δεν πρόκειται να συμβούν από τη μια μέρα στην άλλη και δεν πρόκειται να είναι αμέσως διαθέσιμες σε όλους. Η πορεία όμως άρχισε και ήδη πολλές κοινωνίες επωφελούνται από τις νέες αυτές κατακτήσεις του ανθρωπίνου πνεύματος. Η όλη ιστορία μας κάνει να πιστεύουμε ότι υπάρχουν νέες δυνατότητες για περισσότερη δημοκρατία και δημοκρατικές διαδικασίες, από οποιαδήποτε άλλη εποχή στον Πλανήτη. Φυσικά υπάρχουν και οι αντίθετες απόψεις και τα αντεπιχειρήματα και ασφαλώς όλα πρέπει να συζητούνται και να προκρίνονται οι πλέον ενδεδειγμένες λύσεις.

## **Η ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΚΑΙ Η ΤΗΛΕΪΑΤΡΙΚΗ**

Όσο το βιοτικό επίπεδο μιας χώρας βελτιώνεται, αυξάνονται οι απαιτήσεις για ποιότητα στις υπηρεσίες, ενώ παράλληλα εντείνονται και οι πιέσεις για τη συνεχή βελτίωση της ποιότητάς τους. Σύμφωνα με τον ορισμό της «ποιότητας στις υπηρεσίες» του Διεθνούς Οργανισμού Προτυποποίησης (ISO – International Standardization Organization) **“ποιότητα είναι αυτό που ικανοποιεί τον πελάτη –χρήστη ”.**

Οι Υπηρεσίες Υγείας δεν εξαιρούνται από τους γενικούς κανόνες που αφορούν τις υπηρεσίες και την παροχή τους. Ασφαλώς και υπάρχουν ιδιαιτερότητες. Αυτές όμως μας οδηγούν στο ασφαλές συμπέρασμα ότι οι υπηρεσίες υγείας έχουν και πρόσθετους ηθικούς, δεοντολογικούς, κοινωνικούς και νομικούς λόγους για να είναι αποδεκτής και εγγυημένης ποιότητας. Η ποιότητα των υπηρεσιών καθορίζεται πάντοτε από ορισμένες ιδιότητες που έχουν, ή πρέπει να έχουν. Με την προϋπόθεση ότι οι υπηρεσίες έχουν σχεδιαστεί κατάλληλα, οι πλέον σημαντικές είναι :

- η διαθεσιμότητά τους
- η πρόσβαση σε αυτές
- η αποδοχή τους
- η δυνατότητα χρήσης τους σε σχέση με τις δαπάνες
- η δυνατότητα ελέγχου.

Στα πλαίσια του ΕΣΥ, (Εθνικού Συστήματος Υγείας) η διαθεσιμότητα των υπηρεσιών και η πρόσβαση σε αυτές φαίνεται ότι μειώνεται ραγδαία, με την αύξηση της απόστασης κατοικίας και εργασίας από τις μεγάλες δευτεροβάθμιες, ή τριτοβάθμιες μονάδες. Δυσκολεύεται συχνά από τις καιρικές συνθήκες και από τις δυνατότητες μεταφοράς των ασθενών. Η διαθεσιμότητα τους, επίσης, είναι διαφορετική για τις διάφορες ώρες της ημέρας επειδή δυσκολεύεται και καθίσταται αδύνατη από μια σειρά παραγόντων όπως η πυκνότητα κυκλοφορίας, οι δύσκολες καιρικές συνθήκες, οι μαζικές μετακινήσεις σε περιόδους διακοπών πάσης φύσεως. Σε όλες αυτές τις περιπτώσεις (αλλά και σε πολλές άλλες), είναι εξαιρετικής σημασίας ο χρόνος απόκρισης σε συγκεκριμένο αίτημα, η ανταπόκριση από το ενδεδειγμένο επίπεδο του συστήματος και η εγκυρότητα της απόκρισης. Δεδομένου ότι η τηλεϊατρική δεν εξαρτάται από την απόσταση, ομάδες ειδικών μπορούν να επιληφθούν του περιστατικού, ακόμα και αν οι ειδικοί βρίσκονται σε διαφορετικά σημεία. Οι χρόνοι επικοινωνίας είναι εξαιρετικά μικροί και ελεγχόμενοι. Έτσι μπορεί ευλόγως να καταλήξει κανείς στο συμπέρασμα ότι η τηλεϊατρική μπορεί να συμβάλλει αποτελεσματικά στην ποιότητα των υπηρεσιών Υγείας. Οι εναλλακτικές λύσεις είναι πολύ περιορισμένες και η συνεπαγόμενη δαπάνη ίσως απαγορευτική.

### **ΟΙ ΔΗΜΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΚΑΙ Η ΤΗΛΕΪΑΤΡΙΚΗ**

Βρισκόμαστε σε μια περίοδο έντονων δημογραφικών μεταβολών. Χαρακτηριστικά της περιόδου είναι η βελτίωση του βιοτικού επιπέδου, οι θετικές εξελίξεις στις βασικές επιστήμες και στις επιστήμες της Υγείας, η βελτίωση των υποδομών και των συνθηκών υγιεινής, η βελτίωση του εκπαιδευτικού επιπέδου, η ευκολία πληροφόρησης και η διαθεσιμότητα πολλών και ποικίλων πληροφοριών επιστημονικά τεκμηριωμένων και η ευκολία πρόσβασης σε αυτές από όλο και μεγαλύτερα τμήματα του πληθυσμού.

Συνέπεια των εξελίξεων αυτών είναι η μείωση των γεννήσεων και η αύξηση του χρόνου ζωής. Για την Ελλάδα δείκτης γονιμότητας είναι 1,29 για γυναίκες από 15 έως 49 ετών

(σύμφωνα με στοιχεία του έτους 1999) και ο μέσος χρόνος ζωής για μεν τις γυναίκες 75 έτη, για δε τους άνδρες τα 72. Τα στοιχεία αυτά συνηγορούν υπέρ της άποψης ότι οι ανάγκες για την κάλυψη των αναγκών σε υπηρεσίες Υγείας και ιδιαίτερα ιατρικές θα αυξάνονται με τον χρόνο, ενώ ο αριθμός των ατόμων που επιθυμούν να ενταχθούν στο σύστημα παροχής των σχετικών υπηρεσιών, θα μειώνεται.

Επιπλέον η ενασχόληση στις υπηρεσίες υγείας προϋποθέτει ιδιαίτερες ιδιότητες και αποδοχή εργασίας σε ένα ιδιαίτερα δύσκολο και απαιτητικό περιβάλλον, εν δυνάμει επικίνδυνο. Ο αριθμός των ατόμων που είναι διατεθειμένος να εργαστεί σε ένα τέτοιο περιβάλλον, επίσης μειώνεται.

Παράλληλα επικρατούν πλέον και νέες αντιλήψεις σχετικά με τις πλέον κατάλληλες συνθήκες θεραπείας ασθενών. Οι αντιλήψεις αυτές οφείλονται μερικώς και στις δυνατότητες που προσφέρουν οι νέες τεχνολογίες και οι επιστημονικές εξελίξεις. Έτσι το σπίτι θεωρείται το πλέον κατάλληλο περιβάλλον για τον ασθενή και την αντιμετώπιση των προβλημάτων τους (ονομάζεται και κατ' οίκον νοσηλεία), ακόμα και σε περιπτώσεις που κάτι τέτοιο ήταν προηγουμένως απαγορευτικό. Αρκεί βέβαια, η παραμονή μακριά από τις ιατρικές μονάδες να συνδυαστεί με δυνατότητες διασύνδεσης, επισκεψιμότητας, αντιμετώπισης εκτάκτων καταστάσεων κ.λ.π.

Προφανώς οι τηλεματικές τεχνολογίες βρίσκονται στο επίκεντρο του ενδιαφέροντος των εξελίξεων αυτών και φαίνεται να είναι ιδιαίτερα κατάλληλες για να αλλάξουν διαδικασίες και διεργασίες αντιμετώπισης προβλημάτων υγείας. Ήδη υπάρχουν πάρα πολλές εφαρμογές και υπηρεσίες που καλύπτουν ευρύ φάσμα αναγκών, με ιδιαίτερη αποτελεσματικότητα στην αντιμετώπιση και διαχείριση χρόνιων ασθενών.

### **Η ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΟΥ ΚΛΙΝΙΚΟΥ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΟΣ ΛΟΓΩ ΤΗΛΕΜΑΤΙΚΗΣ**

Το κλινικό αποτέλεσμα εξαρτάται πρώτα απ' όλα από τις γνώσεις των επαγγελματιών υγείας και την εμπειρία που διαθέτουν. Εξαρτάται ακόμα από τις σύγχρονες εξειδικευμένες συσκευές που βρίσκονται στη διάθεσή τους, και φυσικά από τις δυνατότητες επικοινωνίας με άλλο εξειδικευμένο προσωπικό και τράπεζες πληροφοριών. Παλιότερα αλλά ακόμα και σήμερα οι τράπεζες πληροφοριών ήταν τα βιβλία και οι βιβλιοθήκες. Σήμερα τείνουν να αντικατασταθούν από ηλεκτρονικές βιβλιοθήκες άμεσης πρόσβασης, από οποιοδήποτε σημείο διαθέτει στοιχειώδη τηλεματική υποδομή.

Παράλληλα η αντιμετώπιση περιστατικών από ομάδες ειδικών, είναι δυνατόν να αντικαταστήσουν τον ένα μόνο επαγγελματία υγείας, ο οποίος επιλαμβάνεται του περιστατικού, ειδικότερα σε περιβάλλοντα πρωτοβάθμιας φροντίδας υγείας. Η αντικατάσταση αυτή είναι σήμερα εφικτή λόγω των δυνατοτήτων της τηλεσυνεδρίας. Τα ίδια ισχύουν και για τη κάλυψη των αναγκών σε συνεχιζόμενη επαγγελματική εκπαίδευση και εξειδίκευση. Οι δραστηριότητες αυτές παρέχονται σήμερα εξ' αποστάσεως στο σημείο που βρίσκεται ο ενδιαφερόμενος.

### **Η ΕΡΕΥΝΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΣΤΗ ΤΗΛΕΪΑΤΡΙΚΗ**

Οι εφαρμογές που θα μπορούσαν να χαρακτηριστούν Τηλεϊατρική είναι πάρα πολλές και άρχισαν ουσιαστικά αμέσως μετά την εφεύρεση του τηλεφώνου, όπου έλαβαν νέες διαστάσεις λόγω της εξέλιξης των προσωπικών υπολογιστών από τη δεκαετία του 1980 και μετά και τις εξαιρετικές πρόσφατες καινοτομίες στον τομέα των επικοινωνιών. Σημαντική ώθηση δόθηκε από το 5<sup>ο</sup> ‘‘Πρόγραμμα Πλαισίου’’ της Ευρωπαϊκής Ένωσης, που άρχισε να υλοποιείται από το τέλος της δεκαετίας του 1980. Η Ε.Ε. (Ευρωπαϊκή ένωση) χρηματοδότησε ερευνητικά ανταγωνιστικά έργα με σκοπό την ανάδειξη των ερευνητικών διαστάσεων σε θέματα τηλεματικής στη υγεία (Τηλεϊατρική) και τη δημιουργία περιβάλλοντος για το σχεδιασμό και υλοποίηση υπηρεσιών με τη βοήθεια των τηλεματικών τεχνολογιών στην υγεία και πρόνοια. Οι ερευνητικές διαστάσεις εξακολουθούν να προκαλούν το ενδιαφέρον των φορέων που ασχολούνται με την έρευνα και την τεχνολογία. Θέματα όπως η επεξεργασία σημάτων και εικόνων, οι επικοινωνιακές λύσεις για τη αποστολή και λήψη τεραστίων όγκων δεδομένων και πληροφοριών, τα θέματα ασφάλειας και ακεραιότητας των δεδομένων - πληροφοριών, τα θέματα αποθήκευσης και ανάκλησης, τα μεγάλα συστήματα διαχείρισης, οι νέες μορφές υπηρεσιών, όπως η κατ’ οίκον νοσηλεία, η διαχείριση χρονίως πασχόντων από απόσταση κ.α., προκαλούν ακόμα το έντονο ενδιαφέρον των ερευνητών. Το ενδιαφέρον μπορεί να πει κανείς ότι θα παραμείνει ιδιαίτερα έντονο μέχρις ότου ο όρος τηλεϊατρική να παύσει ουσιαστικά να υφίσταται. Ότι δεν θα υπάρχει ανάγκη του όρου αυτού στο μέλλον είναι μάλλον φανερό, δεδομένου ότι οι σχετικές διεργασίες και διαδικασίες θα ενσωματωθούν στη καθημερινή πρακτική. Αυτός είναι και ο λόγος για τον οποίο το Τμήμα της



Παγκόσμιας Υγείας που εδρεύει στη Γενεύη, από το 1997 γράφει τον αγγλικό όρο ως TeleMedicine.

### **Ο ΕΛΕΓΧΟΣ ΔΑΠΑΝΩΝ ΤΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΪΑΤΡΙΚΗΣ**

Λόγω των δημογραφικών μεταβολών, των αυξημένων απαιτήσεων των χρηστών, της αύξησης των δαπανών για την απασχόληση εξειδικευμένου προσωπικού και άλλων παραγόντων, οι δαπάνες για την παροχή ιατρικών υπηρεσιών κυρίως αλλά και των υπηρεσιών υγείας είναι αυξανόμενες, με ρυθμούς που προκαλούν το δέος των υπευθύνων. Στόχος των αρμοδίων είναι, ή πρέπει να είναι ο έλεγχος των δαπανών και όχι ο περιορισμός τους. Αυτή άλλωστε είναι και η στρατηγική που ακολουθείται σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Ειδικές μελέτες έχουν καταλήξει στο συμπέρασμα ότι παρά το υψηλό αρχικό κόστος των σχετικών επενδύσεων, οι τηλεματικές τεχνολογίες προσφέρουν τις καλύτερες δυνατές λύσεις για τον έλεγχο των δαπανών και δεν είναι λοιπόν περίεργο που σε όλες τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, τα συστήματα υγείας υποστηρίζονται πλέον από εκτεταμένα τηλεματικά δίκτυα και πληθώρα εφαρμογών. Οι τηλεματικές τεχνολογίες που επιστρατεύονται για την αντιμετώπιση ιατρικών προβλημάτων και των προβλημάτων υγείας, υποβοηθούν το έργο των επαγγελματιών υγείας. Έτσι η ικανότητα αξιοποίησης των τεχνολογιών για την προσφορά υπηρεσιών στους ασθενείς, αλλά και στους επαγγελματίες υγείας, η ενασχόληση δηλαδή με την τηλεϊατρική, ή την τηλεματική στην υγεία δεν αποτελεί ‘‘νέα ιατρική ειδικότητα’’. Αποτελεί ουσιαστικά υποχρέωση των επαγγελματιών υγείας να είναι σε θέση να χρησιμοποιούν τα τηλεματικά συστήματα προς όφελος των ασθενών και των ιδίων. Ο έλεγχος των δαπανών μπορεί να ελεγχθεί μέσω των τηλεματικών τεχνολογιών, λαμβάνοντας υπόψη ότι όλες οι πληροφορίες και τα δεδομένα που παράγονται, ή αξιοποιούνται για την αντιμετώπιση ενός περιστατικού, καταγράφονται με ηλεκτρονικό τρόπο. Η καταγραφή επιτρέπει την ανάλυση και την αξιολόγηση και κατά συνέπεια την αντιστοίχιση με δείκτες αποτελεσματικότητας, αποδοτικότητας και φυσικά δαπανών.

## ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΕΣ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ Η ΤΗΛΕΪΑΤΡΙΚΗ

Ο τομέας της Υγείας φαίνεται να είναι από τους τελευταίους που αξιοποίησαν, ή αξιοποιούν τις τηλεματικές τεχνολογίες. Άλλοι τομείς υπήρξαν περισσότερο ανοιχτοί στις καινοτομίες και έδρεψαν τους καρπούς των πρωτοβουλιών τους. Ένας από αυτούς που πρωτοστάτησαν στην αξιοποίηση των νέων τεχνολογιών, είναι ο **τομέας των οικονομικών δραστηριοτήτων**, με σημείο αιχμής όσον αφορά τουλάχιστον τον αριθμό των συναλλασσομένων πολιτών, τις τράπεζες. Είναι πλέον από προφανές σήμερα, ότι έφθασε και η σειρά του τομέα της υγείας. Δεδομένου ότι η παροχή υπηρεσιών υγείας μπορεί να καλυφθεί τόσο από τον δημόσιο, όσο και τον ιδιωτικό τομέα, αναμένονται να εμφανιστούν σημαντικές πρωτοβουλίες και από τις δύο πλευρές, για την ανάπτυξη επιχειρηματικών δραστηριοτήτων. Παρά την αντίθεση πολλών ακόμα και στην ιδέα των επιχειρηματικών πρωτοβουλιών στο τομέα της υγείας, από φορείς που έχουν ως βάση το κέρδος, δεν μπορεί να παραγνωρίσει κανείς τη σημασία της κερδοφόρου επιχειρηματικής πρωτοβουλίας είτε από το δημόσιο, είτε τον ιδιωτικό τομέα. Ίσως αυτός ο παράγων να είναι και το πλέον αντιπροσωπευτικό και αποτελεσματικό κριτήριο της βιωσιμότητας και της ποιότητας των υπηρεσιών. **Αν θυμηθούμε ότι η Τηλεϊατρική είναι ουσιαστικά ‘‘υποβοηθούμενη τεχνολογία’’ και όχι νέος κλάδος της ιατρικής, τότε μπορούμε εύκολα να δεχτούμε ότι η οργάνωση και παροχή για παράδειγμα κατ’ οίκον νοσηλείας, θα αποτελέσει αντικείμενο εντόνου ανταγωνισμού μεταξύ δημοσίων και ιδιωτικών φορέων.** Εξ’ ίσου ανταγωνιστικό θα είναι και το περιβάλλον της πρωτοβάθμιας φροντίδας για την αντιμετώπιση εποχιακών αναγκών, με προεξάρχουσα δραστηριότητα την κάλυψη των αναγκών των ατόμων που βρίσκονται σε διακοπές [33]. Στην επόμενη παράγραφο θα αναφερθούμε στις τεχνολογίες- αρχιτεκτονική συστημάτων τηλεϊατρικής.

### **2.5 Τεχνολογίες – Αρχιτεκτονική Συστημάτων Τηλεϊατρικής**

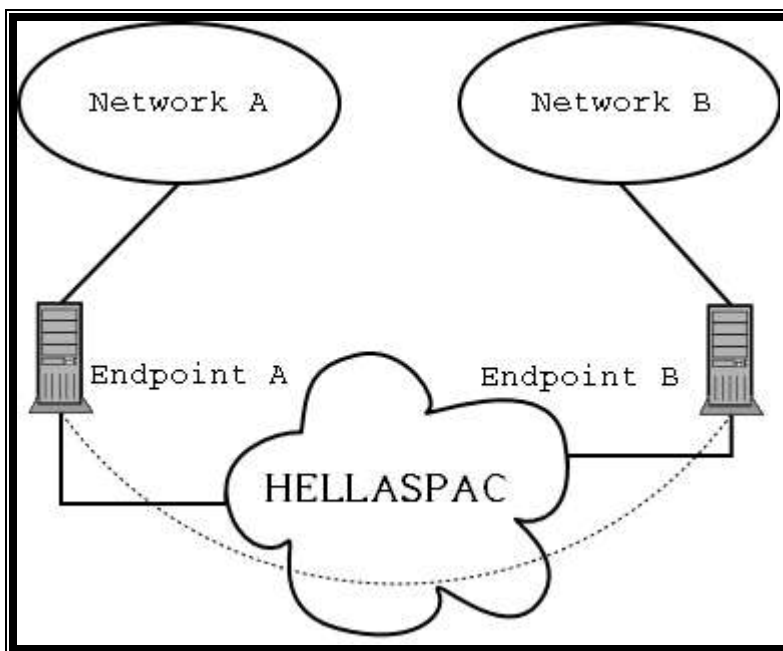
Το διαθέσιμο προς το παρόν δίκτυο, προς χρήση της Τηλεϊατρικής στην Ελλάδα είναι Δημόσιο Τηλεφωνικό Δίκτυο. Πρόκειται για το δημόσιο αναλογικό τηλεφωνικό δίκτυο, μέσω του οποίου μπορεί να γίνει και αποστολή δεδομένων με τη χρήση κωδικοποιητή / αποκωδικοποιητή (modem, εν συντομία K/A), τόσο στη πλευρά του αποστολέα όσο και

του παραλήπτη. Η μέγιστη επιτυγχάνουσα ταχύτητα ήταν 9.600bps το 1994 και 33.800 bps το 1997.

Μέσω του δημοσίου δικτύου παρέχεται και η δυνατότητα μισθώσεως γραμμών ποιότητας φωνής ή δεδομένων, με τις οποίες επιτυγχάνονται, και πάλι μέσω κατάλληλων μετατροπέων, ταχύτητες πλέον των 33.800 bps. Οι γραμμές αυτές προσφέρονται περισσότερο για εφαρμογές Τηλεϊατρικής, αλλά η διαθεσιμότητά τους περιορίζεται σε ορισμένες περιοχές και πόλεις. Οι υπόλοιπες χώρες της Ε.Ε. και άλλες με τις οποίες είναι χρήσιμη η σύγκριση, διαθέτουν πλήρως ψηφιακά δίκτυα και επί πλέον εκτεταμένα δίκτυα ISDN και εν πολλοίς B-ISDN, με ταχύτητες μεταδόσεως έως και 140 Mbps. Το ελληνικό δίκτυο βρίσκεται όμως στη διαδικασία μετατροπής του σε ψηφιακό και ελπίζεται ότι μάλλον σύντομα θα είναι σε θέση να προσφέρει ποικιλία λύσεων. Παρακάτω θα δούμε πιο αναλυτικά **πέντε (5)** αρχιτεκτονικές δικτύων που υπάρχουν στην Ελλάδα τα οποία εξυπηρετούν εφαρμογές τηλεϊατρικής.

### **ΔΙΚΤΥΟ HELLASPAC**

Η μεγάλη ανάπτυξη της τεχνολογίας των υπολογιστών και των τηλεπικοινωνιών έχει αυξήσει και στην χώρα μας τη ζήτηση υπηρεσιών για επικοινωνίες δεδομένων. Μέχρι πρόσφατα οι επικοινωνίες δεδομένων ήταν δυνατές κυρίως μέσω τηλεφωνικού δικτύου. Για την μεταβίβαση σημάτων δεδομένων υψηλής πιστότητας θα έπρεπε να χρησιμοποιηθούν μισθωμένα κυκλώματα του Ο.Τ.Ε. Τα μισθωμένα κυκλώματα αναβαθμίζουν αφενός μεν την ποιότητα της επικοινωνίας και αφετέρου δε παρέχουν μόνο περιορισμένες δυνατότητες επικοινωνίας μεταξύ των χρηστών και επιπλέον είναι πολύ δαπανηρά. Έτσι, ο Ο.Τ.Ε. προχώρησε, από το 1990 στην δημιουργία ενός Δικτύου Μεταγωγής Δεδομένων, το HELLASPAC (βλέπε παρακάτω εικόνα).



**Εικόνα 2.3 : Δίκτυο HELLASPAC [33]**

Όπως όλα τα δημόσια δίκτυα δεδομένων, στηρίζεται στο πρωτόκολλο X.25, άρα υποστηρίζει μετάδοση με μεταγωγή πακέτων προσανατολισμένη σε συνδέσεις (connection oriented packet switching). Οι βασικές αρχές λειτουργίας της τεχνικής αυτής είναι:

- Τα δεδομένα που στέλνει ο χρήστης στο δίκτυο χωρίζονται σε πακέτα ορισμένου μεγέθους.
- Η διάταξη που διαιρεί τα δεδομένα σε πακέτα, προσθέτει επίσης σε κάθε πακέτο στοιχεία για διάφορες υπηρεσιακές πληροφορίες, απαραίτητες για την δρομολόγηση του μηνύματος στον παραλήπτη, όπως π.χ. η διεύθυνση προορισμού, η ταυτότητα του αποστολέα κ.λ.π.
- Το γεγονός ότι κάθε πακέτο αποτελεί μια διακεκριμένη οντότητα που συνοδεύεται από τις δικές της ξεχωριστές υπηρεσιακές ενδείξεις, κάνει δυνατή την ταυτόχρονη μεταβίβαση, στην ίδια γραμμή πακέτων που ανήκουν σε διαφορετικούς χρήστες, με αποτέλεσμα να βελτιστοποιείται η αποδοτικότητα των μέσων μετάδοσης.

Το HELLASPAC λοιπόν έχει σχεδιαστεί και εξοπλιστεί ειδικά για την μεταβίβαση δεδομένων μεταξύ των χρηστών Η/Υ από ολόκληρο τον Ελλαδικό χώρο. Επίσης μέσω

των διεθνών του διασυνδέσεων, δίνει τη δυνατότητα επικοινωνίας των χρηστών του με τα αντίστοιχα δίκτυα δεδομένων άλλων χωρών και των χρηστών που είναι συνδεδεμένοι σε αυτά. Οι χρήστες του HELLASPAC έχουν την δυνατότητα επικοινωνίας ακόμη και μεταξύ υπολογιστών και τερματικών διαφορετικού τύπου και ταχύτητας. Το δίκτυο αποτελείται από 8 κόμβους (Κέντρα Μεταγωγής Πακέτων Δεδομένων) στις πόλεις, Αθήνας, Πειραιά, Θεσσαλονίκης, Πάτρας, Ηρακλείου Κρήτης, Λάρισας, Καβάλας και Τρίπολης. Η εγκατάσταση των κόμβων στις πόλεις αυτές δεν σημαίνει ότι εξυπηρετούνται χρήστες μόνο αυτών των πόλεων. Κάθε ενδιαφερόμενος μπορεί να γίνει χρήστης του δικτύου αυτού ανεξάρτητα από την γεωγραφική θέση στην χώρα. Το δίκτυο βρίσκεται στο στάδιο της επέκτασης όπου μετά το τέλος της θα λειτουργήσουν τριάντα πέντε (35) συνολικά κόμβοι σε διάφορες πόλεις της Ελλάδας.

Κάθε ενδιαφερόμενος μπορεί να συνδεθεί με δύο τρόπους, είτε με μόνιμη σύνδεση, είτε μέσω του επιλεγόμενου τηλεφωνικού δικτύου. Στην **μόνιμη σύνδεση** διατίθεται στον χρήστη μία γραμμή μεταφοράς δεδομένων που διασυνδέει τον εξοπλισμό, που βρίσκεται στους χώρους του, με τον πλησιέστερο κόμβο του HELLASPAC. Η γραμμή αυτή μπορεί να είναι δισύρματη, ή τετρασύρματη και καταλαμβάνει σε μόνιμη βάση μία θύρα ρου κόμβου, η οποία εξυπηρετεί στο εξής αποκλειστικά και μόνο το συγκεκριμένο χρήστη. Στο HELLASPAC, μπορούν να συνδεθούν τόσο σύγχρονα όσο και ασύγχρονα τερματικά. Σε κάθε περίπτωση απαιτούνται δύο modem, ένα από την πλευρά του χρήστη και ένα από την πλευρά του HELLASPAC. Όλα τα τερματικά (σταθμοί δεδομένων) που έχουν μόνιμη σύνδεση στο δίκτυο αυτό αποκτούν ένα αριθμό κλήσης που αποτελείται από 12 ψηφία. Ο αριθμός αυτός είναι μοναδικός για κάθε σύνδεση. Αντίθετα, **στην σύνδεση μέσω του επιλεγόμενου τηλεφωνικού δικτύου**, το τερματικό συνδέεται μέσω modem, σε απλή τηλεφωνική σύνδεση. Η αποκατάσταση επικοινωνίας με το δίκτυο πραγματοποιείται με την επιλογή ειδικού τηλεφωνικού αριθμού, που αντιστοιχεί στην συσκευή Packet Assembler Disassembler (**PAD**), η οποία μετατρέπει τα ασύγχρονα δεδομένα του τερματικού σε πακέτα X.25 (σύγχρονη επικοινωνία με μόνιμη σύνδεση). Στο PAD γίνεται κατάληψη μιας ελεύθερης τυχαίας πόρτας. Η κατάληψη αυτή διαρκεί όση ώρα διαρκεί και η επικοινωνία. Μετά το πέρας της συνδιάλεξης, η πόρτα απελευθερώνεται, για να διατεθεί στην συνέχεια σε άλλη κλήση κ.ο.κ. Προκειμένου το δίκτυο να αναγνωρίζει τον χρήστη που τον καλεί τηλεφωνικά και να του επιτρέπει την

πρόσβαση, χορηγείται σε κάθε συνδρομητή ένας ειδικός “κωδικός αναγνώρισης χρήστη” γνωστός ως NUI (Network User Identification).

Το δίκτυο HELLASPAC μπορεί να καλύψει ανάγκες για μεταβίβαση, άντληση, ή αποθήκευση πληροφοριών οποιασδήποτε επιχείρησης, ελεύθερου επαγγελματία ή ιδιώτη σε διάφορους τομείς εφαρμογών της πληροφορικής, όπως για παράδειγμα:

- Ανάπτυξη συστημάτων λογισμικού
- Τράπεζες πληροφοριών
- Αρχεία πελατών
- Έλεγχο αποθεμάτων
- Τραπεζικές συναλλαγές
- Κρατήσεις θέσεων σε μεταφορικά μέσα κ.α.

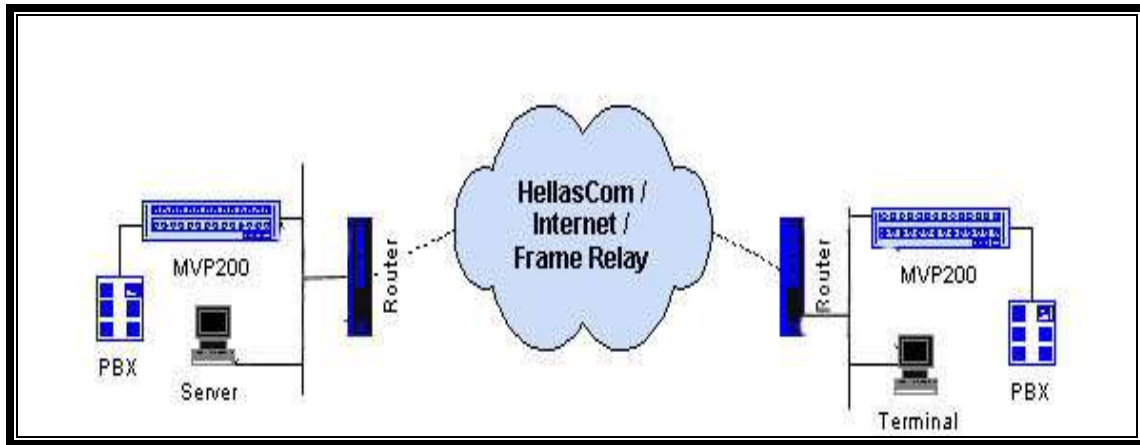
Τα δίκτυα δεδομένων που στηρίζονται στο πρωτόκολλο X.25 έχουν το πρόβλημα ότι πλέον οι ταχύτητες που προσφέρουν δεν είναι ικανοποιητικές. Αυτά τα δίκτυα φτιάχτηκαν με βάσει την κατάσταση της τηλεπικοινωνιακής υποδομής που υπήρχε στην δεκαετία 1970 με 1980, όπου έπρεπε να μεταφερθούν δεδομένα μέσα από κακής ποιότητας φυσικά μέσα.

Σήμερα το HELLASPAC παρέχει ταχύτητες έως 64Kbps και δεν προσφέρεται ακόμη για ταυτόχρονη μετάδοση δεδομένων κειμένου, ήχου και video. Συνεπώς οι εφαρμογές τηλεϊατρικής που ωφελούνται χρησιμοποιώντας το HELLASPAC είναι αυτές οι οποίες υλοποιούν σχετικά χαμηλής ταχύτητας συνδέσεις για τηλεδιάγνωση και τηλεσυμβουλευτική με την μέθοδο store-and-forward.

### **ΔΙΚΤΥΟ HELLASCOM**

Με σκοπό την κάλυψη αναγκών πέραν του HELLASPAC ο Ο.Τ.Ε. παρέχει σήμερα το δίκτυο μεταβίβασης δεδομένων, φωνής και video HELLASCOM (Εικόνα 2.4), το οποίο έχει σαν σκοπό να υποστηρίξει ψηφιακές συνδέσεις χαμηλής και υψηλής ταχύτητας. Μέχρι πρόσφατα οι υπηρεσίες δεδομένων βασίζονταν μόνο σε αναλογική τεχνολογία, ενώ η σύγχρονη απαίτηση είναι για ψηφιακά κυκλώματα υψηλής αξιοπιστίας και συμπεριφοράς κατά την μετάδοση. Γι’ αυτό αναμένεται ότι θα σημειωθεί μια σταθερή δρομολόγηση των πελατών που χρησιμοποιούν χαμηλής ταχύτητας αναλογικά

επιλεγόμενα ή μισθωμένα κυκλώματα προς τις υπηρεσίες που προσφέρονται από το δίκτυο HELLASCOM.



**Εικόνα 2.4 : Δίκτυο Hellascom [33]**

Οι νέες εφαρμογές που απαιτούν μεταφορά μεγάλου όγκου πληροφορίας υποστηρίζονται μέσω του HELLASCOM από μισθωμένα ψηφιακά κυκλώματα υψηλής ταχύτητας. Επιπρόσθετα το HELLASCOM παρέχει προσπέλαση στους κόμβους του δικτύου HELLASPAC γι' αυτούς τους συνδρομητές που είναι προς το παρόν συνδεδεμένοι δια μέσου χαμηλής ποιότητας αναλογικών γραμμών. Το HELLASCOM υποστηρίζει τις ακόλουθες σταθερές ψηφιακές υπηρεσίες σύνδεσης μέσα σε εύρος ζώνης 2 Mbps:

- α) Χαμηλής ταχύτητας (2,4-19,2 Kbps) ψηφιακά κυκλώματα δεδομένων
- β) Υψηλής ταχύτητας ψηφιακά κυκλώματα δεδομένων των 64 και 128 Kbps και
- γ) Υψηλής ταχύτητας ψηφιακά κυκλώματα δεδομένων των  $N \cdot 64$  Kbps, όπου  $3 < N < 31$ , δηλαδή έως και 204 Kbps.

Ειδικότερα το HELLASCOM αποτελείται από:

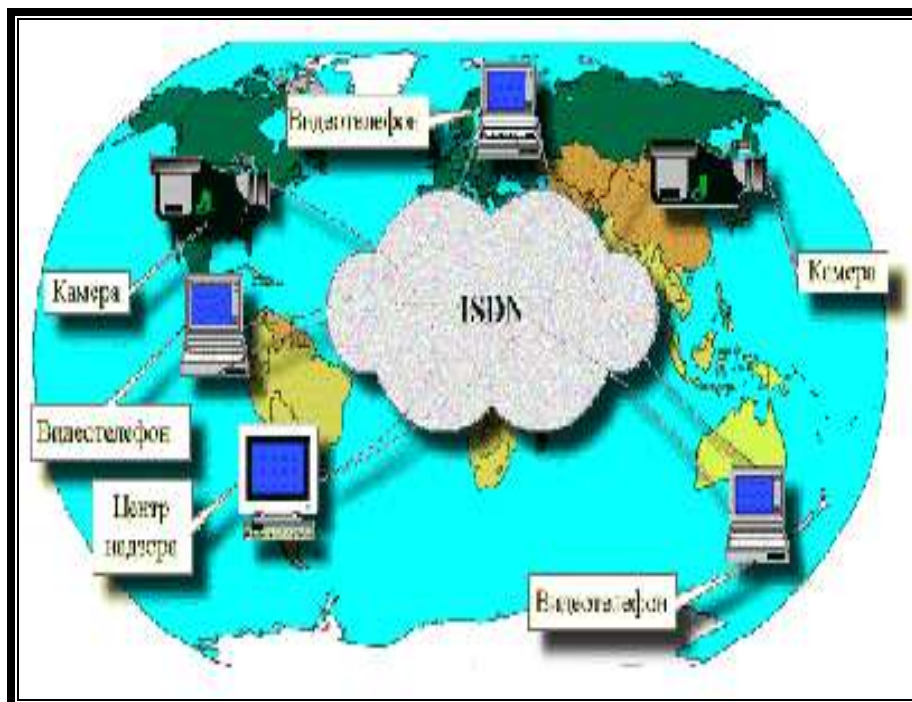
- Ψηφιακά κέντρα διασύνδεσης (DXC-Digital Cross Connections)
- Ευέλικτους πολυπλέκτες που χρησιμοποιούν γραμμές E1 δηλαδή γραμμές των 2048Kbps (FMUX-Flexible Multiplexer)
- Μονάδες τερματισμού δικτύου (NTU-Network Terminating Units)
- Σύστημα διαχείρισης του δικτύου (NMS-Network Management System)

Ο κορμός του δικτύου αποτελείται από 8 συστήματα DXC διασυνδεδεμένα μέσω γραμμών E1 του δικτύου του Ο.Τ.Ε. Κάθε DXC διαθέτει ένα επεκτάσιμο αριθμό E1 θυρών. Η προσπέλαση στον κορμό του δικτύου παρέχεται με τους ευέλικτους

πολυπλέκτες που είναι τοποθετημένοι σε τοπικές θέσεις (πολλαπλάσιες στον αριθμό από τις τοποθεσίες των DXC). Οι συνδρομητές προσπελούν τους πολυπλέκτες με τις διατάξεις NTU που τοποθετούνται στο χώρο τους χρησιμοποιώντας δισύρματες γραμμές, στις οποίες μεταξύ NTU και FMUX η σύνδεση γίνεται με ρυθμό 160 Kbps και ειδικό ψηφιακό κωδικό. Σε περίπτωση που ο συνδρομητής επιθυμεί σύνδεση ανώτερη των 128 Kbps, τότε στην πλευρά του πελάτη απαιτείται ειδική κατασκευή με τοποθέτηση ουσιαστικά ενός FMUX, ώστε να πολυπλεχθούν όσα NTUs χρειάζονται για να καλύψουν τις ανάγκες του συνδρομητή.

### **ΔΙΚΤΥΟ ISDN**

Το ISDN (Integrated Services Digital Network) είναι το Ψηφιακό δίκτυο Ενοποιημένων Υπηρεσιών, το οποίο αποτελεί την εξέλιξη της τηλεφωνίας και το οποίο μέσα από ψηφιακή σύνδεση, χρησιμοποιώντας ζεύγος καλωδίων κοινού αστικού δικτύου, παρέχει τη δυνατότητα υποστήριξης όλων των μορφών επικοινωνίας φωνής, κειμένου και δεδομένων (Εικόνα 2.5).



**Εικόνα 2.5 : Δίκτυο ISDN [33]**



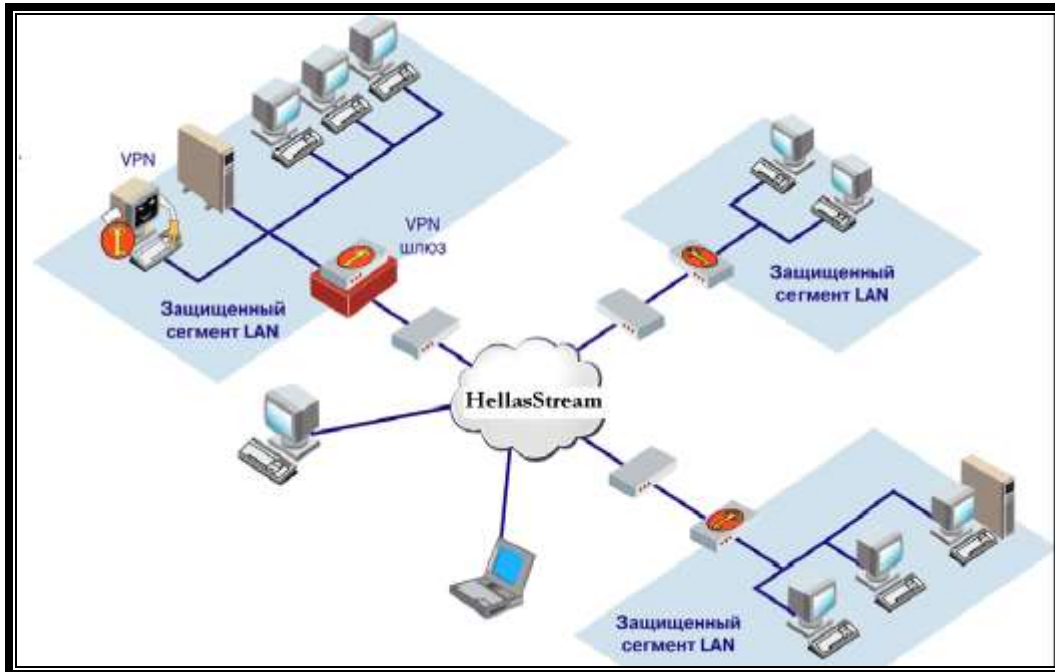
Το δίκτυο ISDN παρέχει από άκρη σε άκρη (end-to-end) ψηφιακή επικοινωνία μεταξύ των χρηστών με στόχο την υποστήριξη ενός μεγάλου πεδίου υπηρεσιών και εφαρμογών, στις οποίες οι συνδρομητές έχουν πρόσβαση μέσω ενός περιορισμένου αριθμού διασυνδέσεων (interfaces). Το ISDN έχει σχεδιαστεί με σκοπό να μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα υποσύνολο των δυνατοτήτων του ακόμη και με το υπάρχον τηλεφωνικό δίκτυο, ώστε η μετάβαση από την υπάρχουσα τεχνολογία στην τεχνολογία ISDN να είναι σταδιακή. Οι δύο κύριες προσβάσεις του συνδρομητή στο δίκτυο ISDN είναι η **Πρόσβαση Βασικού Ρυθμού** (Basic Rate Access-BRA) και η **Πρόσβαση Πρωτεύοντος Ρυθμού** (Primary Rate Access-PRA). Η Πρόσβαση Βασικού Ρυθμού παρέχει στον χρήστη τρία κανάλια πολυπλεξίας στον χρόνο και ειδικότερα δύο κανάλια B των 64 Kbps που μεταφέρουν δεδομένα και ένα κανάλι D των 16 Kbps που μεταφέρει σηματοδότηση ή δεδομένα. Η συνολική ταχύτητα που προσφέρει είναι:  $2B + D = 2 \cdot 64 \text{ Kbps} + 16 \text{ Kbps} = 144 \text{ Kbps}$ . Η Πρόσβαση Πρωτεύοντος Ρυθμού παρέχει πολλαπλά κανάλια πολυπλεγμένα πάνω σε ένα μοναδικό μέσο μετάδοσης της πληροφορίας. Δύο ρυθμοί μετάδοσης έχουν οριστεί για την Πρόσβαση Πρωτεύοντος Ρυθμού: 1,544 Mbps για τις αμερικάνικες προδιαγραφές και 2,048 Mbps για τις ευρωπαϊκές προδιαγραφές υποστηρίζοντας 30 κανάλια B και ένα κανάλι D της τάξης των 64 Kbps.

### **ΔΙΚΤΥΟ HELLASSTREAM**

Το HellasStream (Εικόνα 2.6), βασίζεται στην τεχνολογία ATM (Ασύγχρονος Τρόπος Μεταφοράς). Είναι ιδανικό για επιχειρήσεις και παροχής τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών που θέλουν να διασυνδεθούν μέσω ενός σημείου πρόσβασης με πολλούς συνεργάτες / πελάτες τους, για διαφορετικές εφαρμογές με τον καθένα. Το HellasStream έχει τα παρακάτω χαρακτηριστικά :

- Εξασφαλίζει την ταυτόχρονη μετάδοση όλων των τύπων πληροφορίας, όπως φωνής, data, video, εικόνας.
- Αποτελεί την ιδανική λύση δικτύωσης της σύγχρονης επιχείρησης, λόγω της εγγυημένης ποιότητας που παρέχει στη μετάδοση μεγάλου όγκου πληροφοριών.
- Έχει πανελλαδική κάλυψη.
- Ικανοποιεί όλες τις τηλεπικοινωνιακές σας ανάγκες, μέσω μιας ενιαίας πλατφόρμας.

- Παρέχει υψηλές ταχύτητες, αξιοπιστία και ασφάλεια.



Εικόνα 2.6 : ΔΙΚΤΥΟ HELLASSTREAM [33]

Τα πλεονεκτήματα του HellasStream είναι τα ακόλουθα:

- **Ευέλικτο** και παρέχει στον πελάτη ενιαία πλατφόρμα για τη μετάδοση πολλών τύπων πληροφορίας καθιστώντας με αυτό τον τρόπο μη αναγκαία τη χρήση διαφορετικών δικτύων δεδομένων και φωνής.
- **Επεκτάσιμο.** Ο πελάτης προκειμένου να ικανοποιήσει τις σημερινές και μελλοντικές του ανάγκες εύκολα και γρήγορα μπορεί: α) να επιλέξει την κατάλληλη ταχύτητα πρόσβασης στο δίκτυο β) να αυξήσει ή να μειώσει πολύ εύκολα την ταχύτητα μετάδοσης και γ) να μεταβάλλει τον αριθμό των σημείων διασύνδεσής του.
- **Οικονομικό.** Είναι οικονομική λύση για διασυνδέσεις μεγάλων αποστάσεων καθώς και για διασύνδεση πολλαπλών σημείων. Ο χρήστης, με ένα σημείο πρόσβασης, μπορεί:
  - α) να χρησιμοποιήσει πολλά κυκλώματα και να χρεωθεί το εύρος ζώνης που συνολικά χρησιμοποιεί χωρίς να χρειάζεται να ζητά μεγαλύτερη χωρητικότητα από αυτή που τελικά έχει ανάγκη.

β) να ελαττώσει τις δαπάνες του για εξοπλισμό πρόσβασης αφού καταργούνται οι πολλαπλές και διαφορετικές συνδέσεις.

- **Αξιόπιστο.** Εγγυάται τις παραμέτρους ποιότητας της πληροφορίας (Quality of Service parameters) καθιστώντας αξιόπιστη τη μετάδοση από άκρο σε άκρο. Ακόμη, το δίκτυο μετάδοσης τύπου SDH που χρησιμοποιείται για τη διασύνδεση των κόμβων του δικτύου παρέχει δυνατότητες εφεδρικής δρομολόγησης και προστασίας αυτόματης αναδρομολόγησης.
- **Ασφαλές.** Προσφέρει ασφάλεια στη μετάδοση της πληροφορίας λόγω των κοινών χαρακτηριστικών των ιδεατών κυκλωμάτων του με τα μισθωμένα κυκλώματα. Ακόμη εξασφαλίζει υψηλή ασφάλεια στη μετάδοση πληροφοριών λόγω του ότι ανήκει αποκλειστικά στον ΟΤΕ, ο οποίος έχει την πλήρη διαχείριση του δικτύου από άκρο σε άκρο, χωρίς να μεσολαβούν άλλοι πάροχοι.
- **Σύγχρονο.** Είναι ιδανικό ως δίκτυο υποδομής για δίκτυα άλλων τεχνολογιών (π.χ. IP και Frame Relay) παρέχοντας με αυτό τον τρόπο οικονομίες κλίμακας στην ανάπτυξη δικτύων - κορμού επιχειρήσεων και παροχών τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών.
- **Γεωγραφικά Εκτεταμένο.** Παρέχει πανελλαδική κάλυψη με κόμβους στις μεγαλύτερες πόλεις της Ελλάδας οι οποίοι διασυνδέονται κυρίως με ταχύτητα μετάδοσης μεγαλύτερη από 155 Mbps καθώς και διεθνείς διασυνδέσεις με Ευρώπη και Αμερική.

Ο πελάτης του HellasStream επιλέγει ταχύτητα πρόσβασης στο δίκτυο 2 Mbps ή 34 Mbps και πολύ σύντομα 155 Mbps. Για να ικανοποιήσει τις ανάγκες διασύνδεσης του, μπορεί να χρησιμοποιήσει μια ποικιλία μόνιμων ιδεατών συνδέσεων (PVCs) ταχύτητας μετάδοσης από 8 Kbps έως 33 Mbps. Κάθε PVC μπορεί να χρησιμοποιηθεί για διαφορετική υπηρεσία ή διαφορετικό προορισμό.

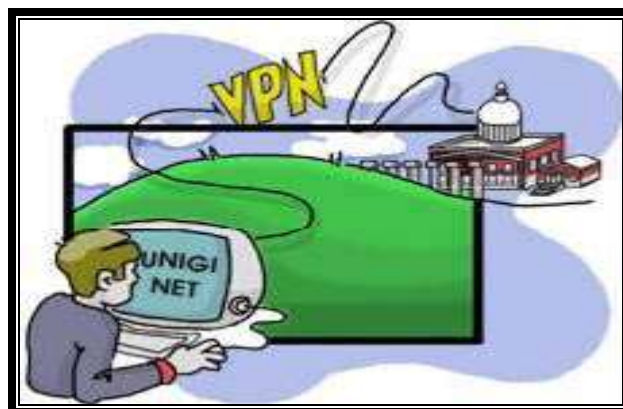
Το HellasStream υποστηρίζει μόνιμες ιδεατές συνδέσεις (PVCs) και παρέχει:

- **Κλασσικές ATM** υπηρεσίες στις οποίες το δίκτυο δέχεται από τον πελάτη κίνηση σε μορφή κυψελών (cells). Οι υπηρεσίες αυτές είναι:

- CBR (Constant Bit Rate): Υποστηρίζουν κίνηση σταθερού ρυθμού κατάλληλες για εφαρμογές πραγματικού χρόνου (real time) όπως η μετάδοση φωνής και η τηλεδιάσκεψη.
  - RT-VBR (Real Time- Variable Bit Rate): Υποστηρίζουν κίνηση από πηγές που εκπέμπουν σε πραγματικό χρόνο, με μεταβλητό ρυθμό (η εκπομπή κατά περιόδους γίνεται με ριπές) και είναι κατάλληλες για εφαρμογές πακετοποιημένης φωνής και συμπιεσμένου video.
  - RT-VBR (Real Time- Variable Bit Rate): Υποστηρίζουν κίνηση μεταβλητού ρυθμού που δεν είναι ευαίσθητη σε μικρές καθυστερήσεις μετάδοσης, όπως η μετάδοση δεδομένων.
- **Frame Relay** υπηρεσίες στις οποίες το δίκτυο δέχεται από τον πελάτη κίνηση σε μορφή πλαισίων (frames), υστερήσεις μετάδοσης, όπως η μετάδοση δεδομένων.
  - **Circuit Emulation** υπηρεσίες με τις οποίες το δίκτυο παρέχει μισθωμένα κυκλώματα κατάλληλα για διασύνδεση ιδιωτικών τηλεφωνικών κέντρων (PABX Interconnection).

### ΔΙΚΤΥΟ VPN

Το δίκτυο VPN (Virtual Private Network) είναι η τεχνολογία με την οποία παρέχεται η δυνατότητα στους χρήστες μιας επιχείρησης να έχουν πρόσβαση σε ένα "κλειστό" εταιρικό Δίκτυο (Intranet) μέσω ενός Δημοσίου Δικτύου δεδομένων (Εικόνα 2.7). Για την περίπτωση του IP-VPN η μεταφορά των πακέτων δεδομένων ή / και φωνής βασίζεται στο πρωτόκολλο IP και υλοποιείται πάνω από το Δίκτυο Internet.



**Εικόνα 2.7 : ΔΙΚΤΥΟ VPN [33]**

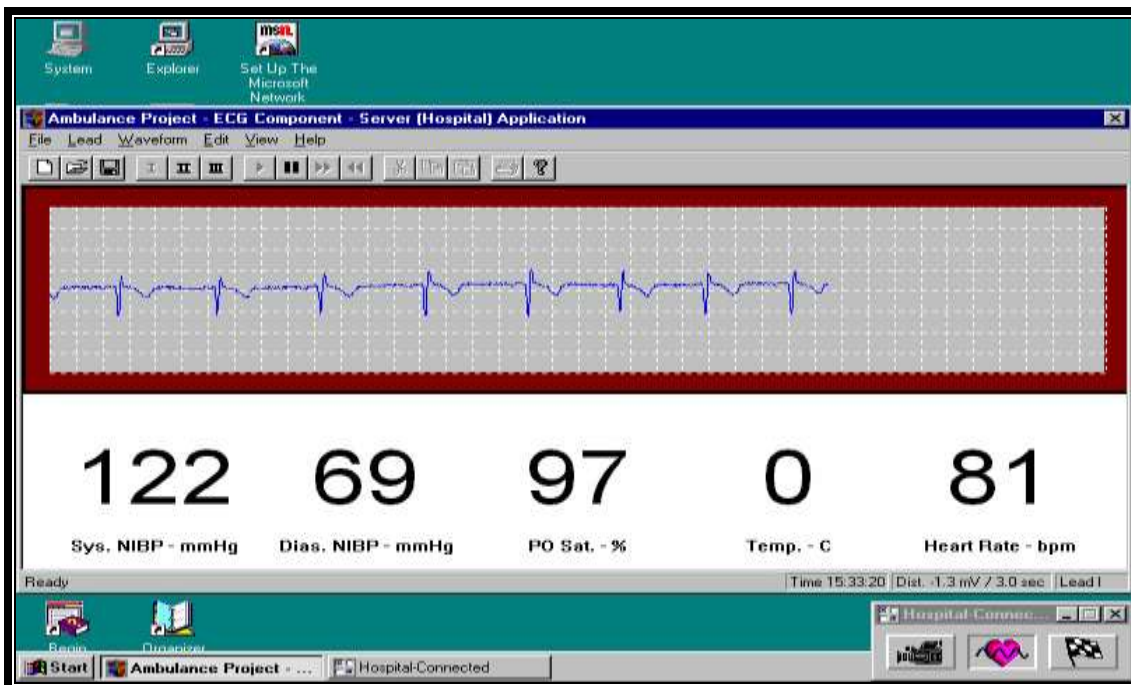
Η ΟΤΕnet, παρέχει λύσεις IP-VPN ανάλογα με τις ανάγκες των πελατών, που επιθυμούν να διασυνδέσουν το Κεντρικό τους Τοπικό Δίκτυο (LAN) με ένα ή περισσότερα δίκτυα των Υποκαταστημάτων ή Παραρτημάτων τους, που βρίσκονται σε διαφορετικές πόλεις. Η επικοινωνία των σημείων πραγματοποιείται μέσω των Τοπικών Κόμβων του Δικτύου ΟΤΕnet και η διακίνηση των πακέτων των πληροφοριών εξασφαλίζεται με τις τεχνικές που παρέχουν τα σύγχρονα πρωτόκολλα υψηλής ασφάλειας και κρυπτογράφησης.

Τα πλεονεκτήματα των VPNs είναι τα παρακάτω:

- μείωση κόστους από την αγορά πρόσθετου εξοπλισμού
- μείωση των τηλεπικοινωνιακών τελών
- μείωση κόστους διαχείρισης και λειτουργίας
- απλοποίηση του σχεδιασμού της WAN δικτύωσης
- ευέλικτη και γρήγορη μελλοντική επέκταση
- μικρό κόστος συντήρησης [33].

## **2.6 Αναλυτική περιγραφή συστήματος – υποσυστημάτων Τηλεϊατρικής**

Η πιο συνηθισμένη εφαρμογή τηλεκαρδιολογίας αφορά τη μετάδοση ΗΚΓ (Ηλεκτροκαρδιογραφήματος) η οποία απαιτεί τη χρήση ψηφιακού καρδιογράφου, ενός τηλεπικοινωνιακού δικτύου – συνήθως απλό τηλεφωνικό δίκτυο (POTS) και υπολογιστικό σταθμό για την αποθήκευση της εικόνας του ΗΚΓ, όπως δείχνουν οι παρακάτω εικόνες.



**Εικόνα 2.8 : Ηλεκτροκαρδιογράφημα [27]**



**Εικόνα 2.9 : Εξοπλισμός τηλεκαρδιολογίας [27]**

Ένα τέτοιο σύστημα έχει εφαρμοστεί στο Δήμο Καμποχώρων Χίου, λειτουργεί από το Νοέμβριο του 1999 και είναι εξοπλισμένο με τελευταίας τεχνολογίας μηχανήματα , ενώ είναι συνδεδεμένο και με το σύστημα CARDIOEXPRESS. Η εταιρεία CARDIOEXPRESS παρέχει υπηρεσίες Τηλεϊατρικής στην καρδιολογική

παρακολούθηση 24 ώρες το 24ωρο τόσο σε ατομικό, όσο και σε ομαδικό επίπεδο. Το σύστημα αυτό χρησιμοποιεί και διαβιβάζει ηχητικά ένα πλήρες ηλεκτροκαρδιογράφημα 12 απαγωγών μέσω οποιουδήποτε σταθερού, κινητού ή σταθερού ή ραδιοτηλεφώνου, στο Κέντρο Ελέγχου της Cardioexpress. Είναι σχεδιασμένο για μια επιτόπια και άμεση διάγνωση οποιασδήποτε αρρυθμίας, ισχαιμίας ή εμφράγματος μυοκαρδίου. Η τεχνολογία αυτή παρουσιάζει τα παρακάτω πλεονεκτήματα :

- 1) Μικρή σε μέγεθος συσκευή (μεγέθους παλάμης ενός χεριού).
- 2) Δεν απαιτεί ειδική εγκατάσταση.
- 3) Δεν απαιτείται καλωδιακή σύνδεση με το τηλέφωνο.
- 4) Λειτουργεί με απλή μπαταρία των 9V.
- 5) Η χρήση είναι απλούστατη και δεν απαιτεί καμία εκπαίδευση.

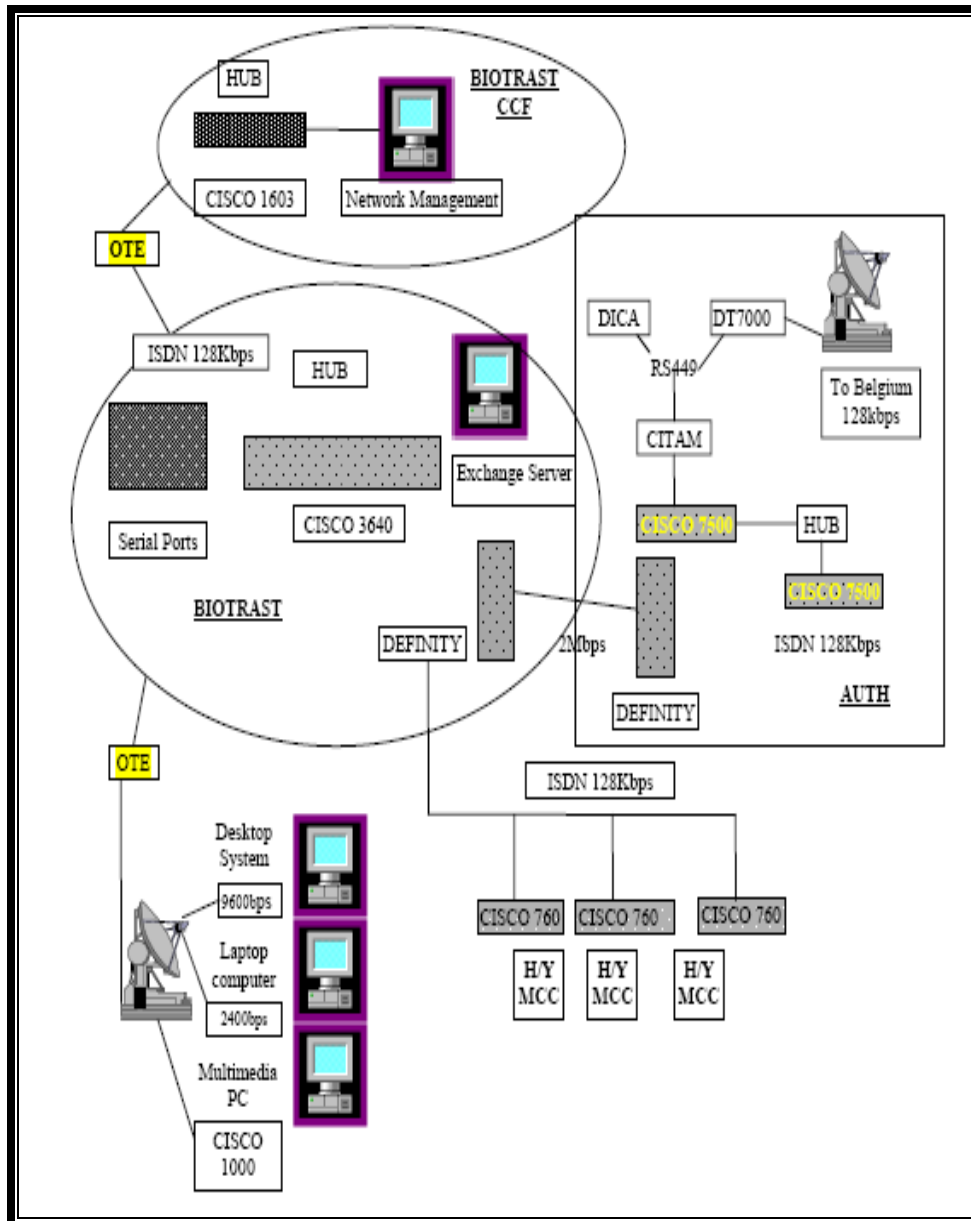
Θα πρέπει να σημειωθεί ότι το παραπάνω σύστημα εφαρμόζεται επιτυχώς στο ΚΑΠΗ Δήμου Πυλαρέων και στο ΚΑΠΗ Ηγουμενίτσας [27].

Στην επόμενη παράγραφο γίνεται εκτενής αναφορά σε μια ολοκληρωμένη πλατφόρμα κλινικής ιατρικής.

## **2.7 Ολοκληρωμένη Πλατφόρμα Κλινικής Τηλεϊατρικής**

Το σχέδιο με όνομα **MERMAID** είναι ένα πρόγραμμα ιατρικής βοήθειας μέσω τηλεϊατρικής. Στηρίζεται στη βάση παροχής ιατρικής βοήθειας και συμβουλών για την ασφάλεια αυτών που εργάζονται στη θάλασσα (π.χ. πλοία, ναυτικές βάσεις κ.λ.π.). Αρχικά, έγινε ένας προσδιορισμός του πλήθους των ατόμων που θα μπορούσαν να δεχτούν βοήθεια. Σε όλο τον κόσμο περίπου 1.500.000 άνθρωποι εργάζονται σε δραστηριότητες που έχουν σχέση με τη θάλασσα όσον αφορά τα εμπορικά πλοία. Τα περισσότερα πλοία έχουν ικανοποιητική δομή για τη χρήση τεχνολογιών που αφορούν εφαρμογές τηλεϊατρικής. Παρόλα αυτά, εκτός ίσως από ένα μικρό αριθμό караβιών κοντά στο 5% δεν υπάρχει η δυνατότητα επεξεργασίας δεδομένων σε υψηλές ταχύτητες (High Speed Data - HSD). Ο αριθμός των κλήσεων τηλεϊατρικής από τη θάλασσα υπολογίζεται μεταξύ των 15.000 και 20.000 το χρόνο και για ολόκληρο τον κόσμο.

Οι τεχνολογίες επικοινωνίας που χρησιμοποιήθηκαν για το σχέδιο MERMAID χωρίζονται σε δύο βασικά σημεία: (1) τα μέσα μετάδοσης και (2) τα συστήματα δικτύωσης (Εικόνα 2.10).



**Εικόνα 2.10 : Η χρήση του υλικού στο σχέδιο MERMAID [34]**

Σε σχέση με τα μέσα μετάδοσης θα μπορούσαν να επισημανθούν τα παρακάτω:

1. Οπτικές Ίνες.
2. Καλώδια χαλκού HDSL/ADSL και ομοαξονικά καλώδια.
3. Επικοινωνιακοί δορυφόροι.
4. Ραδιοτεχνολογίες κυψελίδων.
5. Ασύρματα δίκτυα.
6. Ραδιοτεχνολογία για πλοήγηση, στα αεροπλάνα και στα τρένα.



Ομοίως, για τα συστήματα δικτύωσης επισημαίνονται:

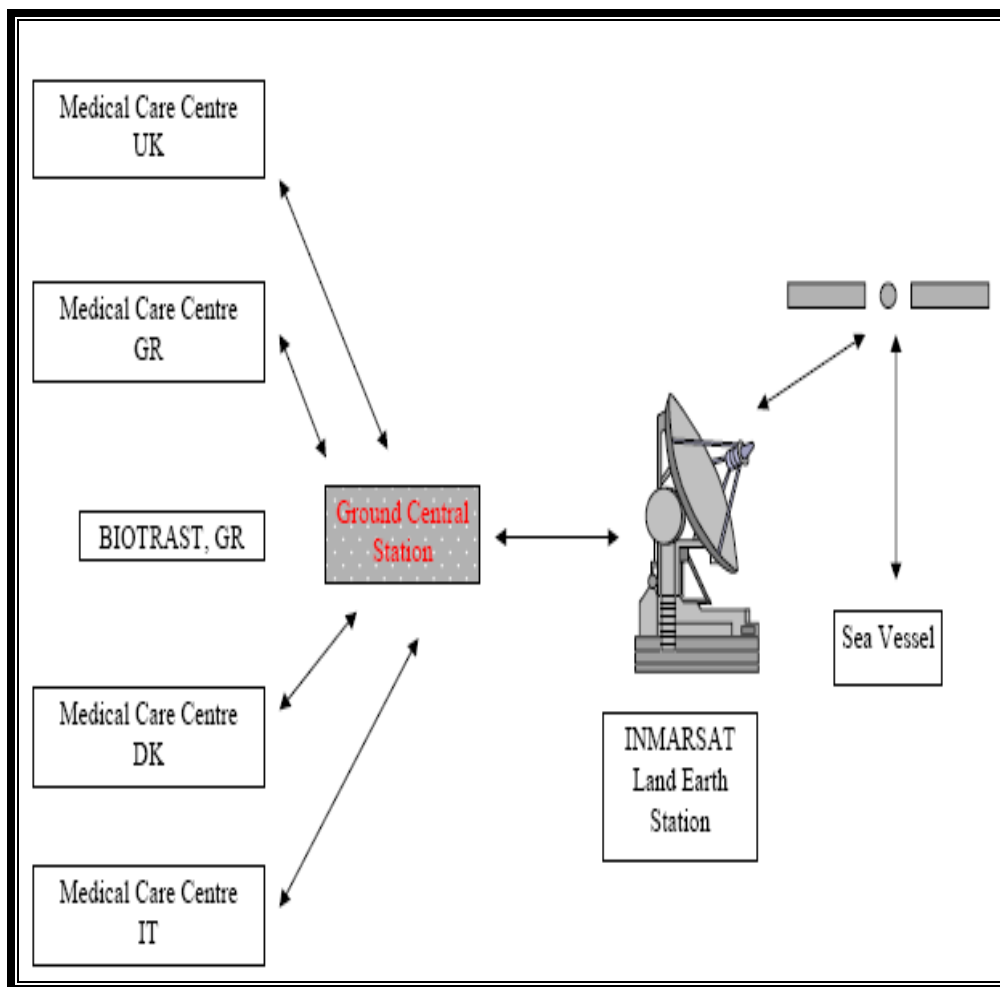
1. Ασύγχρονος τρόπος μετάδοσης (Asynchronous Transfer Mode - ATM).
2. Το μοντέλο πρωτοκόλλου αναφοράς B-ISDN.
3. ATM και υπηρεσίες στενής ζώνης N-ISDN.
4. Το Internet.

Συγκεκριμένα, για το σχέδιο MERMAID αποφασίστηκε ότι το τηλεπικοινωνιακό λογισμικό θα έπρεπε να περιλαμβάνει τα ακόλουθα:

1. Ένα σύστημα ιατρικών εγγραφών που θα χρησίμευαν για την καταγραφή του ιστορικού του ασθενούς.
2. Μια επιλογή βοήθειας που θα προσφερόταν μέσω κάποιας πολυμεσικής εφαρμογής για τη γρήγορη εύρεση βοήθειας με τη μορφή ιατρικών συμβουλών.
3. Μια βάση δεδομένων με όλα τα δεδομένα που αφορούν τα φάρμακα και τον ιατρικό εξοπλισμό.

Εφαρμογή του MERMAID δείχνεται στην εικόνα 2.11. Το σύστημα μηνυμάτων των πλοίων (sea vessels - SVs) αρχικά επικοινωνεί με έναν επίγειο κεντρικό σταθμό (Ground Central Station - GCS) που βρίσκεται στην Ελλάδα (BIOTRAST). Στη συνέχεια, ο GCS προσδιορίζει ποιο από τα κέντρα ιατρικής βοήθειας (Medical Care Centers - MCCs) μπορεί να χειριστεί την έκκληση βοήθειας που έγινε από το SV.

Η εκλογή του MCC εξαρτάται από τη θέση του πλοίου, τη γλώσσα ομιλίας των επιβαινόντων σε αυτό, ή ακόμη και από την καταλληλότητα του ίδιου του ιατρικού κέντρου.



**Εικόνα 2.11 : Η εφαρμογή του MERMAID [34]**

Τα χαρακτηριστικά που αφορούν το σχέδιο MERMAID είναι τα κάτωθι :

1. Οι επικοινωνιακοί δορυφόροι είναι ένα μέσο για τη μετάδοση δεδομένων μεταξύ γεωγραφικά απομονωμένων περιοχών.
2. Το σχέδιο MERMAID χρησιμοποιεί τεχνικές τηλεϊατρικής που περιέχουν “ζωντανές” εικόνες του ασθενή οι οποίες μεταδίδονται στο γιατρό που γενικά βρίσκεται σε κάποια άλλη μακρινή περιοχή. Έτσι, παρέχεται η δυνατότητα για αλληλεπίδραση μεταξύ γιατρού και ασθενούς.
3. Η τηλεπαρουσία (telepresence) είναι η ιδεατή παρουσία ενός προσώπου που βρίσκεται μακριά. Όταν αυτή προστεθεί σε ένα σενάριο τηλεϊατρικής δίνει όλα τα πλεονεκτήματα της πιο άμεσης επικοινωνίας μεταξύ των ενδιαφερομένων μελών.

4. Η χρήση πολυμεσικών εφαρμογών γενικά παρουσιάζει τα ίδια πλεονεκτήματα. Η ασφάλεια του σχεδιασμού ως προς την εγκατάσταση του περιγράφεται στην επόμενη παράγραφο.

## **2.8 Ασφάλεια από τον σχεδιασμό ως την εγκατάσταση**

Μία από τις μεγαλύτερες προκλήσεις που αντιμετωπίζει η ανθρωπότητα κατά τη μετάβαση στη νέα χιλιετία είναι να κάνει υψηλή την ποιότητα της υγειονομικής περίθαλψης διαθέσιμη για όλους. Παραδοσιακά, μέρος της δυσκολίας στην επίτευξη δίκαιης πρόσβασης στην υγειονομική περίθαλψη ήταν ότι ο πάροχος και ο παραλήπτης πρέπει να είναι παρόντες στο ίδιο σημείο. Οι πρόσφατες εξελίξεις σε τεχνολογίες πληροφοριών και επικοινωνιών έχουν αυξήσει την ανάγκη για παράδοση ποιοτικής υγειονομικής περίθαλψης. Η τηλεϊατρική, η περιοχή όπου ιατρική και τεχνολογία των πληροφοριών και τηλεπικοινωνιών συναντιούνται, είναι ίσως το μέρος της επανάστασης αυτής που θα μπορούσε να έχει το μεγαλύτερο αντίκτυπο στην παροχή της υγειονομικής περίθαλψης. Η ζήτηση για εξελιγμένες τεχνολογίες πληροφορικής στον τομέα της υγείας έχει γεννήσει την ανάπτυξη μιας εμπορικής συνεργασίας με κέρδη 15 δισεκατομμυρίων δολαρίων το 1997 και αύξηση κατά 25 δισεκατομμύρια δολάρια το 2000 [35]. Ωστόσο, ένα μεγάλο μέρος της τεχνολογίας που έχει αναπτυχθεί από τον ιδιωτικό τομέα παρουσιάζει τεχνικά προβλήματα [36], υπάρχει αντίσταση από τους γιατρούς [37], και θέτει δύσκολα ζητήματα που αφορούν την ασφάλεια, προστασία της ιδιωτικής ζωής και του απορρήτου. Αυτά τα θέματα πρέπει να αντιμετωπιστούν, προκειμένου να διασφαλίζουν ότι η υποδομή πληροφοριών για την υγεία που αναπτύσσεται εξισορροπεί τις ανησυχίες των ατόμων από τις ανάγκες των παρόχων υγειονομικής περίθαλψης, ερευνητές και οργανισμούς δημόσιας υγείας. Στην συνέχεια θα συζητηθούν οι απειλές και οι προκλήσεις για την προστασία των πληροφοριών τηλεϊατρικής. **Υπάρχουν τρεις παράμετροι που σχετίζονται με την ασφάλεια της τηλεϊατρικής:**

- α) Προστασία προσωπικών δεδομένων: Το δικαίωμα και η επιθυμία του ατόμου να ελέγξει την αποκάλυψη πληροφοριών της προσωπικής του υγείας.
- β) Εμπιστευτικότητα: Η ελεγχόμενη απελευθέρωση των προσωπικών πληροφοριών για

την υγεία σε έναν φορέα παροχής υγειονομικής περίθαλψης ή πληροφορίας στο πλαίσιο μιας συμφωνίας που περιορίζει την έκταση και τους όρους υπό τους οποίους οι πληροφορίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν ή να ελευθερωθούν περαιτέρω.

- γ) Ασφάλεια: Μια συλλογή των πολιτικών διαδικασιών, που βοηθούν στη διατήρηση της ακεραιότητας και διαθεσιμότητας των πληροφοριακών συστημάτων και ελέγχου πρόσβασης του περιεχομένου τους.

## **2.9 Τοπικό δίκτυο (LAN)**

Είναι απαραίτητη η υλοποίηση και η επέκταση τοπικού δικτύου δεδομένων (Local Area Networks–LAN) στα νοσοκομεία που περιλαμβάνονται στο δίκτυο, υλοποιώντας συστήματα δομημένης καλωδίωσης (Structured Cabling System–SCS). Επίσης είναι επιθυμητή η αξιοποίηση καθώς και η επέκταση πιθανών υφιστάμενων συστημάτων δομημένης καλωδίωσης στα νοσοκομεία, σε περίπτωση που αυτά κριθούν κατάλληλα. Στην περίπτωση αυτή, θα πρέπει να γίνουν όλες οι απαιτούμενες επεκτάσεις λαμβάνοντας πάντα τα πρότυπα της δομημένης καλωδίωσης, έτσι ώστε για π.χ. το δίκτυο υγείας στρατιωτικών νοσοκομείων "ΦΙΛΙΠΠΟΣ" να είναι απολύτως λειτουργικό σε όλες τις Μονάδες Υγείας. Ειδικά στο 401 ΓΣΝΑ, (Γενικό Στρατιωτικό Νοσοκομείο Αθηνών) υπάρχει ήδη εγκατεστημένη υποδομή τοπικού δικτύου, η οποία θα πρέπει να επεκταθεί κατά πενήντα επιπλέον θέσεις εργασίας, οι οποίες θα πρέπει να είναι συνδεδεμένες σε ένα φυσικά απομονωμένο τοπικό δίκτυο όπως το RIS/PACS, (Radiology Information System/Picture Archiving and Communication System) έτσι ώστε να μην επηρεάζει η αυξημένη δικτυακή κίνηση του την υπόλοιπη δικτυακή κίνηση του νοσοκομείου. Το ξεχωριστό αυτό τοπικό δίκτυο θα επικοινωνεί με το υπόλοιπο δίκτυο του 401 μέσω ενός Gateway (πύλης δικτύου) το οποίο θα αναλαμβάνει να εξυπηρετεί κλήσεις των χρηστών του ΟΠΣΝ (Ολοκληρωμένο Πληροφοριακό Σύστημα Νοσοκομείου) προς το RIS/PACS. Οι εξήντα θέσεις που αφορούν τα κέντρα συντονισμού του δικτύου τηλεϊατρικής "ΦΙΛΙΠΠΟΣ" θα εγκατασταθούν στα σημεία που θα υλοποιηθούν τα κέντρα αυτά.

Η διασύνδεση του Gateway με τους δικτυακούς κορμούς των τοπικών δικτύων του 401 ΓΣΝΑ και του RIS/PACS θα γίνει με γραμμές Gigabit Ethernet. Τα συστήματα δομημένης καλωδίωσης του έργου, θα παρέχουν συνολικά 770 θέσεις δικτύου, καταναμημένες στα νοσοκομεία που περιλαμβάνονται στο δίκτυο. Επιπλέον θα πρέπει να

υλοποιηθούν σε κάθε νοσοκομείο τοπικά δίκτυα Switched Fast Ethernet (100 Mbps στον τελικό χρήστη). Η λογική αρχιτεκτονική του δικτύου θα είναι τύπου **Collapsed Backbone** (inverted backbone, backbone in a box) και θα υλοποιείται από κεντρικό δρομολογητή επιπέδου 3 (Layer 3 switch) στον οποίο θα συγκεντρώνεται ο ενεργός εξοπλισμός των ορόφων [26].

Οι σύγχρονες τεχνολογίες δικτύων και επικοινωνιών με πεδίο εφαρμογής την τηλεϊατρική αναφέρονται παρακάτω.

## **2.10 Σύγχρονες τεχνολογίες δικτύων και επικοινωνιών - Τηλεϊατρική**

Τα τελευταία χρόνια στο χώρο των τηλεπικοινωνιών πραγματοποιείται μια πραγματική επανάσταση, η οποία επηρεάζει αποφασιστικά τη ζωή όλων μας ενώ η τεχνολογία εξελίσσεται ταχύτατα με αποτέλεσμα νέα συστήματα και υπηρεσίες να τίθενται στη διάθεση του καταναλωτή. Παράλληλα, οι ήδη υπάρχουσες υπηρεσίες προσφέρονται σε όλο και χαμηλότερες τιμές και όλα αυτά συμβαίνουν γιατί τις τελευταίες δεκαετίες πραγματοποιείται μια **μετάβαση από τα αναλογικά συστήματα και δίκτυα επικοινωνιών στα ψηφιακά**. Αναλογική και ψηφιακή πληροφορία, αναλογικό και ψηφιακό σήμα, όπου κάποια δεδομένα χαρακτηρίζονται όταν σε ένα δεδομένο χρονικό διάστημα παίρνουν συνεχείς τιμές (π.χ. φωνή, εικόνες βίντεο). Αντιθέτως στην περίπτωση των ψηφιακών δεδομένων, μπορούν να πάρουν συγκεκριμένες διακριτές τιμές σε ένα δεδομένο χρονικό διάστημα (κείμενο, ακέραιοι αριθμοί). Αναλογικό σήμα είναι ένα συνεχώς μεταβαλλόμενο ηλεκτρομαγνητικό κύμα, που διαδίδεται μέσα σε καλώδια, οπτικές ίνες, την ατμόσφαιρα, ή ακόμη και το διάστημα, ενώ το ψηφιακό σήμα είναι μια ακολουθία διακριτικών παλμών τάσης. Για παράδειγμα, μια θετική τιμή τάσης μπορεί να συμβολίζει το 1 και μια αρνητική τιμή τάσης να συμβολίζει το 0.

Αναλογική μετάδοση δεδομένων έχουμε όταν χρησιμοποιούμε αναλογικά σήματα για τη μετάδοση της πληροφορίας, ενώ προφανώς, ψηφιακή μετάδοση έχουμε όταν χρησιμοποιούμε ψηφιακά σήματα. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι ακόμα και αν υπάρχει μια αναλογική πηγή δεδομένων υπάρχει η δυνατότητα της μετατροπής των δεδομένων σε ψηφιακά και της ψηφιακής μετάδοσης τους. Για παράδειγμα η φωνή μας όταν μιλάμε στο τηλέφωνο αποτελεί μια πηγή πληροφορίας. Όμως με τη χρήση της **τεχνολογίας PCM** (Pulse Code Modulation) μετατρέπεται σε μια σειρά από ψηφιακούς παλμούς και

γίνεται ψηφιακή. Με τη χρήση της ψηφιακής τεχνολογίας μετάδοσης δεδομένων και την ταυτόχρονη ανάπτυξη των υπολογιστών έγινε δυνατή η δημιουργία πλήθους νέων υπηρεσιών που αφορούν όλους τους τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας.

Οι σύγχρονες τεχνολογίες δικτύων και επικοινωνιών με πεδίο εφαρμογής την τηλεϊατρική αναλύονται στην συνέχεια.

### **ISDN (Integrated Services Digital Network)**

Το δίκτυο αυτό είναι ένα πλήρες ψηφιακό δίκτυο από τη μια άκρη στην άλλη (end to end). Η φωνή και τα δεδομένα (data) μεταφέρονται μαζί στο κανάλι B (bearer channel) που έχει εύρος ζώνης (bandwidth) 64 Kbit/s. Επίσης υπάρχει και ένα άλλο κανάλι D που χρησιμοποιείται για σηματοδότηση και έχει εύρος ζώνης 16Kbit/s ή 64 Kbit/s.

Υπάρχουν δύο τύποι πρόσβασης σε ένα δίκτυο ISDN:

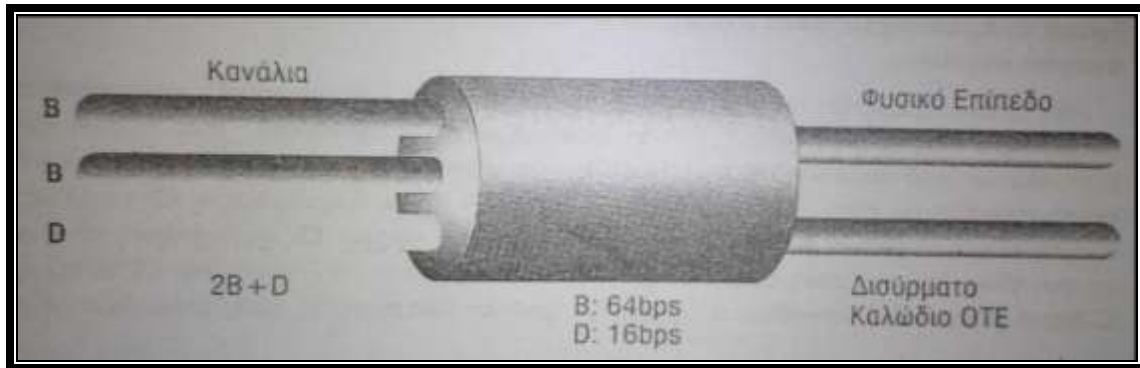
**α) Η πρωτεύουσα πρόσβαση** προσφέρει 30 κανάλια B και 1 κανάλι D των 64Kbit/s, οπότε η ταχύτητα μετάδοσης φτάνει τα 1984 Kbit/s. Μέσω της βασικής πρόσβασης του ISDN μέσα από μια μόνο τηλεφωνική γραμμή οι παρακάτω υπηρεσίες είναι διαθέσιμες :

- Ύπαρξη δύο γραμμών ταυτόχρονης επικοινωνίας, η τηλεφωνική και η χρήση internet, ή δύο τηλεφωνικές, ή τηλεφωνική επικοινωνία που συνοδεύεται με αποστολή και λήψη fax, ή τηλεφωνική και ταυτόχρονα οπτική επικοινωνία.
- Δυνατότητα διασύνδεσης και συμβατότητας με άλλα δίκτυα όπως: Internet, Δημόσιο Επιλεγόμενο τηλεφωνικό δίκτυο (PTSN).
- Δυνατότητα οπτικής επικοινωνίας των συνομιλητών με ταυτόχρονη δέσμευση των 2B καναλιών και με την προϋπόθεση ύπαρξης του κατάλληλου εξοπλισμού.

**β) Η Βασική Πρόσβαση** του ISDN έχει δύο κανάλια B των 64Kbit/s, (για τηλεφωνία, data, fax, οπτική τηλεφωνία) και ένα κανάλι D των 16Kbit/s, οπότε το σύνολο είναι 144Kbit/s.

Με τη **Βασική Πρόσβαση** μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τις συνήθεις συσκευές όπως είναι το τηλέφωνο και το φαξ, αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθούν και εξειδικευμένες συσκευές για ένα δίκτυο ISDN όπως είναι τα τηλέφωνα ISDN και οι συσκευές fax group 4, που επιτρέπουν την ευκρινέστερη και ταχύτερη μετάδοση τους. Η πρόσβαση αυτή είναι κατάλληλη για εφαρμογές κατ' οίκον νοσηλείας και για εικονοδιάσκεψη μεταξύ μονάδων υγείας (π.χ. Κέντρων Υγείας και Νοσοκομείων).

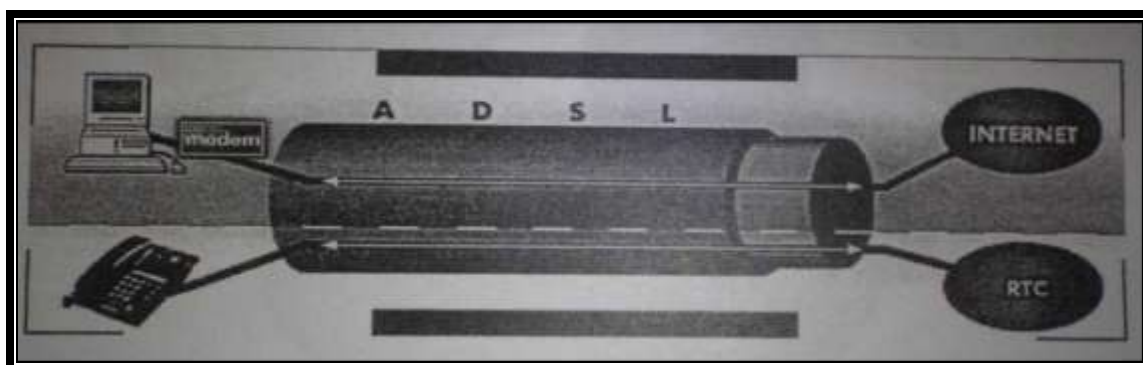
Για τη ποιοτική μετάδοση εικόνας (π.χ. μετάδοση εικόνας υπερηχογραφήματος) απαιτείται η χρησιμοποίηση 3 βασικών συνδέσεων, οπότε η ταχύτητα είναι της τάξης των 386 kbps. Στην παρακάτω εικόνα απεικονίζεται η βασική πρόσβαση της γραμμής ISDN [39].



**Εικόνα 2.12 : Βασική Πρόσβαση της γραμμής ISDN [39].**

### **ADSL (Asymmetrical Digital Subscriber Line)**

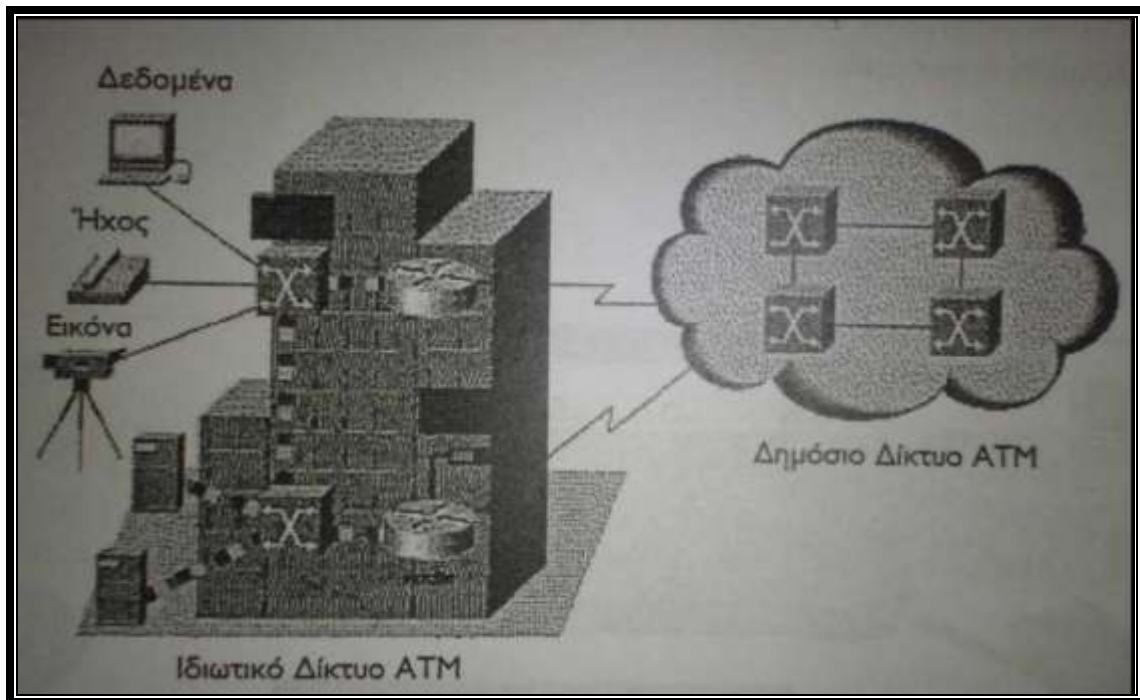
Το μεγάλο πλεονέκτημα αυτής της λύσης είναι ότι χρησιμοποιεί την ήδη υπάρχουσα υποδομή της παροχής τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών (π.χ. τον ήδη εγκατεστημένο χαλκό του ΟΤΕ) και προσφέρει μεγάλες ταχύτητες πρόσβασης στο Internet ή σε οποιοδήποτε άλλο δίκτυο. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω κατάλληλων τεχνικών διαμόρφωσης του σήματος (modulation). Επίσης για να λειτουργήσει το ADSL modem απαιτείται ένα φίλτρο ή ένας διαχωριστής (splitter). Το modem συνδέει τον Η/Υ ή το LAN μέσω της τηλεφωνικής γραμμής με το δίκτυο παροχής τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών. Οι splitters (διαχωριστές) διαχωρίζουν τη φωνή από τα δεδομένα, επιτρέποντας τη ταυτόχρονη μετάδοση τους πάνω από την ίδια τηλεφωνική γραμμή. Ο εξοπλισμός για να λειτουργήσει το ADSL περιγράφεται στην παρακάτω εικόνα.



**Εικόνα 2.13 : Εξοπλισμός λειτουργίας της γραμμής ADSL [39].**

### ATM (Asynchronous Transfer Mode)

Το ATM επιτρέπει τη πολυπλεξία (multiplexing) πολλών διαφορετικών συνδέσεων και χρηστών μέσα από το ίδιο καλώδιο. Τα cells έχουν συγκεκριμένο μέγεθος: 53 bytes εκ των οποίων τα 48 χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση πληροφορίας (information) και τα 5 ως επικεφαλίδα (header). Προκειμένου να ταξιδέψουν τα cells από τον αποστολέα στον παραλήπτη χρησιμοποιούνται "λογικές συνδέσεις" που λέγονται virtual channels. Μια τέτοια τεχνολογία επιτρέπει τη δημιουργία εξαιρετικά γρήγορων κέντρων μεταγωγής (switches). Οι υπηρεσίες που μπορούν να προσφερθούν μπορεί να έχουν κάποια εγγυημένη σταθερή ταχύτητα ανάλογα με τη συμφωνία που έχει γίνει με το χρήστη ή μεταβαλλόμενη ταχύτητα ανάλογα με τη διαθεσιμότητα του δικτύου. Κάποιες από τις προσφερόμενες υπηρεσίες μπορεί να είναι μεταφορά βίντεο σε πραγματικό χρόνο (real time video), και αξιοποιείται κυρίως μεταξύ μεγάλων νοσηλευτικών ιδρυμάτων για teleconsultation και για ιατρική εκπαίδευση, μια και τόσο το υψηλό κόστος όσο και η περιορισμένη διαθεσιμότητα, δεν επιτρέπουν ευρύτερη χρήση. Το ιδιωτικό και το δημόσιο δίκτυο ATM για μεταφορά εικόνας και ήχου απεικονίζεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 2.14 : Ιδιωτικό-δημόσιο δίκτυο ATM για μεταφορά εικόνας - ήχου - δεδομένων [39].



## **GSM (Global System for Mobile Communication)**

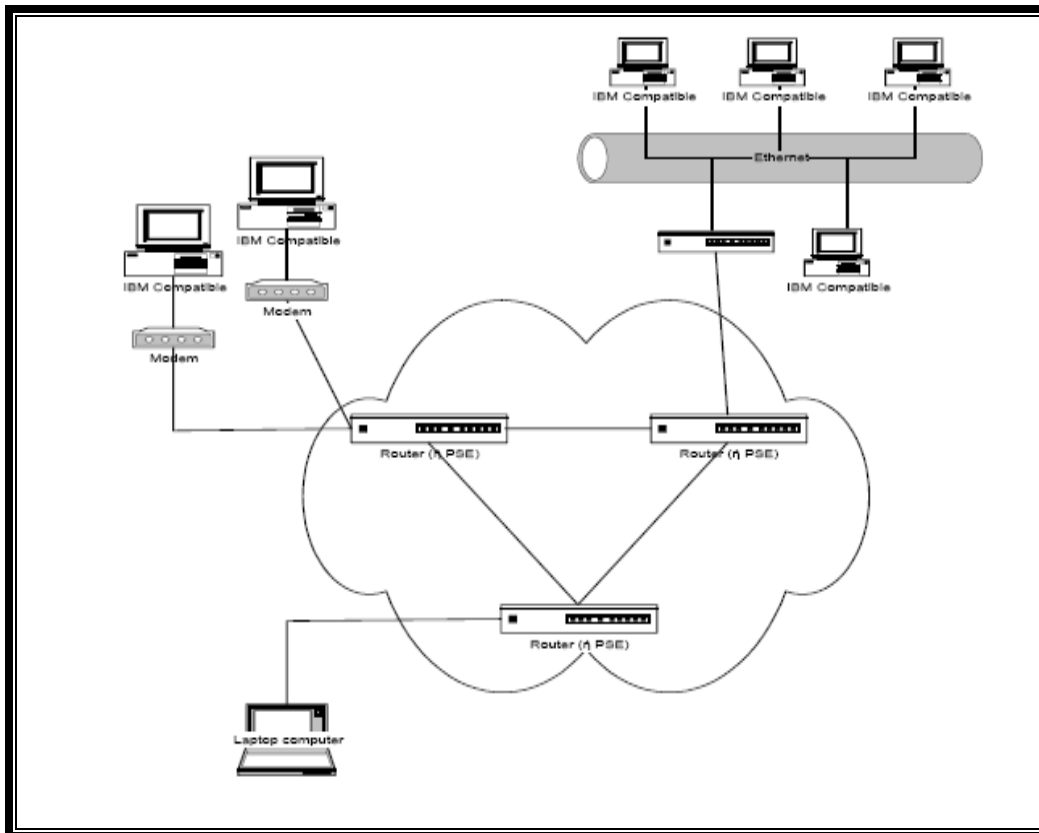
Ιδιαίτερη ανάπτυξη στις μέρες μας γνωρίζουν και τα κινητά συστήματα επικοινωνιών. Έχουν γνωρίσει παγκόσμια εξάπλωση μιας και κάθε χρόνο όλο και περισσότεροι είναι οι χρήστες κινητών τηλεφώνων και αναμένεται σύντομα να ξεπεράσουν σε αριθμό τους χρήστες της σταθερής τηλεφωνίας και προκειμένου να ανταποκριθούν στις αυξημένες ανάγκες επικοινωνίας εξελίσσονται συνεχώς. Ήδη είναι διαθέσιμο το **GPRS (General Packet Radio System)** το οποίο προσφέρει σαφώς μεγαλύτερες ταχύτητες διασύνδεσης από τα 14,4 Kbit/s που ήταν μέχρι πρόσφατα διαθέσιμα. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι κάθε κανάλι του σταθμού βάσης (BTS) δε χρησιμοποιείται αποκλειστικά από ένα συνδρομητή, αλλά από περισσότερους ανάλογα με τις ανάγκες του καθενός. Επιπλέον κάθε συνδρομητής μπορεί να χρησιμοποιήσει ταυτόχρονα περισσότερα από ένα κανάλια ανάλογα και με τις δυνατότητες του κινητού του τηλεφώνου.

Το **δίκτυο GSM** χρησιμοποιήθηκε ευρέως σε εφαρμογές προνοσοκομειακής τηλεϊατρικής σε ασθενοφόρα [39].

Η επόμενη παράγραφος αναφέρεται στα δίκτυα ευρείας ζώνης.

### **2.11 Δίκτυα ευρείας ζώνης**

Σύμφωνα με την αρχή λειτουργίας τους, η πληροφορία αφού διαμεριστεί σε πακέτα παραδίδεται στον πλησιέστερο δρομολογητή (router) ο οποίος αφού διαβάσει την διεύθυνση προορισμού ενεργοποιεί point to point συνδέσεις με άλλους routers ή βρίσκει τον παραλήπτη για να παραδώσει την πληροφορία. Στους δρομολογητές υπάρχει δυνατότητα προσωρινής αποθήκευσης της πληροφορίας. Η πληροφορία για να φτάσει στον προορισμό της περνά από πολλά σημεία (μεταγωγείς ή routers), όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



**Εικόνα 2.15 :Αρχή λειτουργίας δικτύων ευρείας ζώνης [38]**

Τα βασικά χαρακτηριστικά των δικτύων ευρείας ζώνης είναι τα εξής:

- 1) Επικοινωνία σε μεγάλες αποστάσεις με μικρή σχετικά ταχύτητα.
- 2) Ταχύτητες σχετικά μικρές από 2 έως 2000 Kbps, όπως η ταχύτητα ραδιοφωνικής μετάδοσης εκτός και αν χρησιμοποιείται πλήρης εξειδικευμένος εξοπλισμός.
- 3) Για την πραγματοποίηση της επικοινωνίας απαιτείται η χρήση ενός φορέα για την μετάδοση της πληροφορίας και τυπικό παράδειγμα είναι το δημόσιο τηλεφωνικό δίκτυο για την σύνδεση με τον πρώτο Router και μισθωμένων γραμμών για επικοινωνία των routers μεταξύ τους.
- 4) Ύπαρξη δρομολογητών και άλλων συσκευών διασύνδεσης όπως επαναλήπτες, μεταγωγείς και default gateways.
- 5) Χρήση εξειδικευμένων μέσων μετάδοσης, όπως οι οπτικές ίνες, οι δρομολογητές και οι ζεύξεις.
- 6) Σύνδεση κατ' επιλογή.

Η χρησιμότητα τους είναι για την ταχεία πίστωση λογαριασμών σε τράπεζες, πρόσβαση σε απομακρυσμένες βάσεις δεδομένων μέσω διαδικτύου, στην τηλεεργασία και στην τηλεδιάσκεψη. Τυπικά είδη δικτύων είναι τα HELLASPAC, τα τραπεζικά δίκτυα και τα αντίστοιχα δίκτυα τραπεζικών εταιρειών [38].

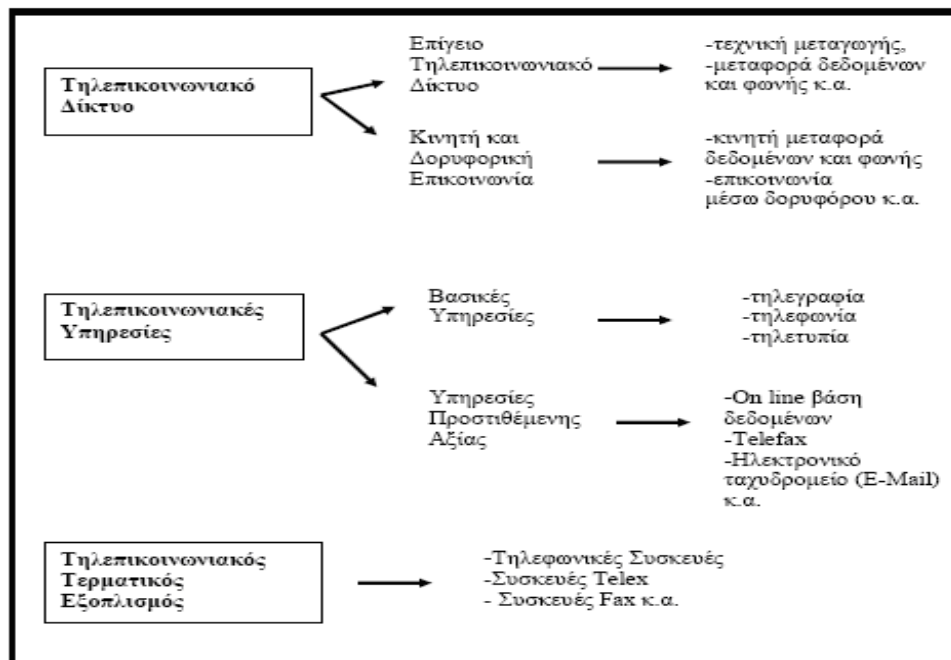
## 2.12 Τεχνολογίες τηλεπικοινωνιών στην Τηλεϊατρική

Οι τηλεπικοινωνιακές αγορές διακρίνονται σε τρεις ουσιαστικούς τομείς [40] :

Αυτοί είναι:

- Το τηλεπικοινωνιακό δίκτυο, που αφορά την ύπαρξη και την ανάπτυξη της τηλεπικοινωνιακής υποδομής.
- Τηλεπικοινωνιακές υπηρεσίες, οι οποίες ωφελούνται αυτών των υποδομών για την μετάδοση σημείων, σημάτων, γραπτού κειμένου, εικόνων, ήχων ή πληροφοριών κάθε είδους.
- Ο τηλεπικοινωνιακός τερματικός εξοπλισμός που αφορά στον εξοπλισμό ο οποίος αντιστοιχεί στις υποδομές και βοηθά την μετάδοση των πληροφοριών.

Τα μέρη αυτά περιγράφονται συνοπτικά στον παρακάτω πίνακα.



Πίνακας 2.1 : Θεμελιώδεις δομές στην Τηλεϊατρική [40]

### **2.13 Ζητήματα ασφάλειας και υποδομών σε εφαρμογές τηλεματικής σε πλοία**

Η χρήση τεχνολογιών πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών στην υγεία, ενώ παρέχει σημαντικά κλινικά και επιχειρησιακά οφέλη, εμπεριέχει πολλούς κινδύνους ασφάλειας των πληροφοριών και σχετίζεται με την ικανότητα του συστήματος να προστατεύει τις πληροφορίες από τυχόν αλλοιώσεις και καταστροφές, καθώς και από μη εξουσιοδοτημένη χρήση των πόρων του. Σχετίζεται επίσης, με την ικανότητα του συστήματος να παρέχει ορθές και αξιόπιστες πληροφορίες, οι οποίες είναι διαθέσιμες στους εξουσιοδοτημένους χρήστες κάθε φορά που αυτοί τις αναζητούν. Τα παραπάνω αποκτούν μεγαλύτερη σημασία όταν αναφερόμαστε σε ιατρικά πληροφοριακά συστήματα, όπως τα συστήματα τηλεϊατρικής, όπου διακινούνται ιδιαίτερα ευαίσθητες πληροφορίες, οι οποίες είναι κρίσιμες για τη ζωή και την υγεία των ασθενών.

**Στη συνέχεια, εντοπίζουμε κατ' αρχήν τους βασικούς κινδύνους και τις απειλές σε εφαρμογές τηλεϊατρικής και ορίζουμε τις βασικές απαιτήσεις ασφάλειας που θα πρέπει να ικανοποιεί ένα τέτοιο σύστημα.**

#### **ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΚΑΙ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ**

Ένα σύστημα τηλεϊατρικής είναι κατά κανόνα ένα κατακευματισμένο σύστημα, που χρησιμοποιεί διάφορα τηλεπικοινωνιακά μέσα (ISDN, ασύρματα δίκτυα GSM, δορυφορικές συνδέσεις, διαδίκτυο, κ.α.) για τη μετάδοση δεδομένων μεταξύ απομακρυσμένων σταθμών, στα πλαίσια μιας τηλεϊατρικής συνόδου. Σε γενικές γραμμές, μπορούμε να πούμε ότι οι κίνδυνοι και οι απειλές ασφάλειας που αντιμετωπίζονται δεν διαφέρουν πολύ από οποιοδήποτε άλλο κατακευματισμένο πληροφοριακό σύστημα.

Οι κίνδυνοι αυτοί προέρχονται είτε από ατύχημα, είτε από εσκεμμένες πράξεις (από κακόβουλους χρήστες ή εισβολείς) και έχουν σαν αποτέλεσμα την υποκλοπή και διάθεση απόρρητων πληροφοριών σε μη εξουσιοδοτημένους χρήστες, την καταστροφή, χάλκευση ή αλλοίωση των πληροφοριών και τέλος τη διακοπή της λειτουργίας του συστήματος.

Σύμφωνα λοιπόν με τα προαναφερθέντα, ( βλέπε ενότητα 2.8) άλλος ένας παράγοντας που σχετίζεται είναι και η ακεραιότητα (integrity) των πληροφοριών, δηλαδή η ‘πρόληψη μη εξουσιο-δοτημένης μεταβολής πληροφοριών’, όπως παραποίηση ή διαγραφή, συμπεριλαμβανομένης και της μη εξουσιοδοτημένης δημιουργίας δεδομένων.

Στον τομέα της τηλεϊατρικής όπου τα δεδομένα, π.χ. μετρήσεις βιοσημάτων, αποτελέσματα εξετάσεων, είναι συχνά το βασικό μέσο για τη λήψη αποφάσεων, η ακεραιότητα της πληροφορίας είναι καθοριστικής σημασίας.

Η λήψη παραποιημένων ή πλαστών πληροφοριών μπορεί να οδηγήσει σε λανθασμένη διάγνωση και περίθαλψη του ασθενούς, θέτοντας τη ζωή του σε άμεσο κίνδυνο. Ενώ η διαθεσιμότητα (availability) των πληροφοριών, δηλαδή η δυνατότητα άμεσης πρόσβασης και χρήσης ενός πληροφοριακού συστήματος όποτε αυτό απαιτείται είναι άκρως αναγκαία.

Σε συστήματα τηλεϊατρικής, η απαιτούμενη διαθεσιμότητα είναι σε πολλές περιπτώσεις 24 ώρες το 24-ωρο, επί καθημερινής βάσης, όπως σε συστήματα παρακολούθησης εξ' αποστάσεως όπου έστω και λίγα λεπτά διακοπής της λειτουργίας θέτουν σε κίνδυνο ανθρώπινες ζωές.

**Παραδείγματα επιθέσεων** κατά της διαθεσιμότητας διαδικτυακών τηλεϊατρικών υπηρεσιών είναι οι επιθέσεις **Denial of Service (DoS attacks)** καθώς και διάφοροι ιοί, που εισέρχονται στα συστήματα και προκαλούν καταστροφές σε προγράμματα και αρχεία.

Μια άλλη υπηρεσία είναι της **εξακρίβωσης της ταυτότητας (Authentication service)** που παρέχει εγγύηση για την ταυτότητα μιας οντότητας. Αυτό σημαίνει ότι όταν ισχυρίζεται κάποιος ότι έχει μια συγκεκριμένη ταυτότητα (ή ένα συγκεκριμένο user name), η υπηρεσία εξακρίβωσης ταυτότητας θα παρέχει τα μέσα για να επιβεβαιώσει την ορθότητα αυτού του ισχυρισμού. Υπάρχουν δύο είδη εξακρίβωσης ταυτότητας, ανάλογα με το αν εξακριβώνουμε την ταυτότητα οντότητας, ή την ταυτότητα προέλευσης δεδομένων. Αυτά τα είδη είναι τα εξής:

- Εξακρίβωση ταυτότητας χρήστη (User Authentication)
- Εξακρίβωση ταυτότητας προέλευσης δεδομένων (data origin authentication)

## **2.14 Αναγκαιότητα Προτυποποίησης στα συστήματα Τηλεϊατρικής**

Σύμφωνα με τον ορισμό του Food and Drug Administration (FDA), **τηλεϊατρική ορίζεται ως η “ παροχή υπηρεσιών υγείας και συμβουλευτικών υπηρεσιών σε ασθενείς και η από απόσταση μετάδοση πληροφοριών σχετικών με την υγεία, με τη**

**χρήση τεχνολογιών πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών (τηλεματικής)** “ και περιλαμβάνει τα παρακάτω:

- Υπηρεσίες από απόσταση κλινικής, προληπτικής ή διαγνωστικής αντιμετώπισης περιστατικών, όπου η έμπειρη ιατρική γνώση δε βρίσκεται στον ίδιο φυσικό χώρο με τον ασθενή.
- Συμβουλευτικές υπηρεσίες.
- Υπηρεσίες τηλεπαρακολούθησης ασθενών.
- Υπηρεσίες αποκατάστασης.
- Υπηρεσίες εκπαίδευσης ιατρών αλλά και ασθενών.

Οι αλματώδεις εξελίξεις στο χώρο των τηλεπικοινωνιών και της πληροφορικής των τελευταίων ετών έχουν διαμορφώσει ένα εξαιρετικά πρόσφορο έδαφος για την ανάπτυξη τεχνολογιών και συστημάτων τηλεϊατρικής και κυρίως για την αποδοχή τους από τους χρήστες (γιατρούς, νοσηλευτές, ασθενείς, κλπ).

Οι σύγχρονες τάσεις στα συστήματα τηλεϊατρικής είναι ευθυγραμμισμένες με τις αντίστοιχες τάσεις τόσο στην πληροφορική υγείας, όσο και στην ιατρική. Οι τάσεις αυτές απαιτούν συστήματα και υπηρεσίες ασθενοκεντρικά (patient-centric) προσαρμοσμένα στις ανάγκες των χρηστών. Είναι δεδομένη δε η απαίτηση για συσκευές και συστήματα μη επεμβατικά, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν και από “μη εξειδικευμένο” προσωπικό.

Επιπλέον, λόγω της διαχείρισης ιατρικών δεδομένων, τα συστήματα τηλεϊατρικής πρέπει να πληρούν τις απαιτήσεις ασφάλειας, αξιοπιστίας αλλά και διασφάλισης του απορρήτου των προσωπικών δεδομένων. Τέλος οι σύγχρονες τηλεματικές τεχνολογίες επιτρέπουν πλέον τη χρήση συστημάτων από οπουδήποτε (anywhere) σε οποιαδήποτε στιγμή (anytime). Με βάση τα δεδομένα αυτά, μπορούν να αναπτυχθούν και να υλοποιηθούν συστήματα τηλεϊατρικής.

*Παρόλα αυτά, υπάρχουν συγκεκριμένα θέματα και προβλήματα για να αντιμετωπίσει τους έτσι ώστε να ικανοποιηθούν οι παραπάνω απαιτήσεις.*

- **Συλλογή δεδομένων:** Τα περισσότερα συστήματα συλλογής ιατρικών δεδομένων έχουν σχεδιαστεί για να χρησιμοποιούνται από επαγγελματίες υγείας (ιατρούς, νοσηλευτές, κλπ.), γεγονός που δημιουργεί σοβαρότατο πρόβλημα στη χρήση τους από ασθενείς, ή άτομα του περιβάλλοντος τους. Για παράδειγμα, ένας

ηλεκτροκαρδιογράφος (σαν και αυτούς που συναντάμε στα νοσοκομεία) είναι γενικά μία περίπλοκη συσκευή που πολύ δύσκολα θα μπορούσε να τη χειριστεί κάποιος ασθενής στο σπίτι του.

- **Μετάδοση δεδομένων:** Είναι γεγονός ότι τα τηλεπικοινωνιακά συστήματα έχουν εξελιχθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια κυρίως σε επίπεδο ταχύτητας μετάδοσης δεδομένων αλλά και αξιοπιστίας. Από την άλλη πλευρά όμως, οι υπηρεσίες τηλεϊατρικής συνήθως εφαρμόζονται σε απομακρυσμένες περιοχές όπου οι τηλεπικοινωνιακές υποδομές είναι πιθανόν να εμφανίζουν αδυναμίες. Επειδή δε και οι χρήστες των συστημάτων τηλεϊατρικής είναι τις περισσότερες φορές άτομα χωρίς ιδιαίτερη εξοικείωση με τις νέες τεχνολογίες, είναι εξαιρετικά σημαντική η υλοποίηση συστημάτων με διαφανείς μηχανισμούς προς τους χρήστες χωρίς την ανάγκη παρέμβασης.
- **Διαχείριση ιατρικών δεδομένων:** Η ανάγκη διαχείρισης των ιατρικών δεδομένων σε επίπεδο ηλεκτρονικού ιατρικού φακέλου (electronic patient record) είναι προϋπόθεση για την παροχή ιατρικών υπηρεσιών. Ειδικότερα σε περιπτώσεις όπου ο ιατρός καλείται να εξυπηρετήσει ένα περιστατικό που δεν έχει προηγούμενη γνώση του ιστορικού του ασθενούς, είναι εξαιρετικά σημαντικό να υφίσταται υλοποιημένος ιατρικός φάκελος σε ηλεκτρονική μορφή. Σε αυτή την περίπτωση τα γνωστά προβλήματα του ηλεκτρονικού ιατρικού φακέλου (κωδικοποίηση, minimum, data sets, κλπ) πρέπει να αντιμετωπιστούν επαρκώς.
- **Ασφάλεια και προστασία δεδομένων:** Τα τελευταία χρόνια, όλα τα συστήματα υγείας έχουν υποχρεωθεί στην υιοθέτηση και εφαρμογή πολύ αυστηρών μηχανισμών για την προστασία ευαίσθητων προσωπικών δεδομένων. Η τηλεϊατρική, ως μία μορφή ιατρικής, εμπίπτει σε όλες αυτές τις απαιτήσεις, δεδομένης δε της αναγκαιότητας μετάδοσης ιατρικών δεδομένων στις εφαρμογές τηλεϊατρικής, είναι προφανές ότι οι μηχανισμοί προστασίας των δεδομένων και διασφάλισης του απορρήτου καθίστανται εξαιρετικά σημαντικοί.

Είναι λοιπόν σαφές ότι στην υλοποίηση συστημάτων και εφαρμογών τηλεϊατρικής είναι απαραίτητο να καθοριστούν πρότυπα, διαδικασίες και κατευθυντήριες οδηγίες που να διασφαλίζουν τις παραπάνω σημαντικές απαιτήσεις αλλά και παράλληλα να οδηγούν σε λύσεις τα ζητήματα που αφορούν στην επιτυχία (τόσο από πλευράς ιατρικής όσο και τεχνικοοικονομικής) των διαφορετικών υπηρεσιών τηλεϊατρικής [41].

Στο επόμενο κεφάλαιο γίνεται εκτενής αναφορά στις κλινικές εφαρμογές της τηλεϊατρικής.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### 3. Κλινικές Εφαρμογές Τηλεϊατρικής

#### 3.1 Τηλεσυμβουλευτική και Τηλεδιάγνωση

Η τηλεσυμβουλευτική είναι ο διαμοιρασμός ιατρικών εικόνων και άλλων δεδομένων του ασθενή μεταξύ του γιατρού που τον εξετάζει και ενός ή περισσοτέρων ειδικών, οι οποίοι βρίσκονται σε άλλες περιοχές. Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται ένα τέτοιο παράδειγμα και σε αυτή την περίπτωση η πρώτη διάγνωση γίνεται από τον κατά τόπο γιατρό, ενώ οι ειδικοί τον βοηθούν να καταλήξει σε μια πιο ακριβή διάγνωση.



Εικόνα 3.1 : Τηλεσυμβουλευτική [41]

Ο τοπικός γιατρός κάνει την πρώτη διάγνωση, διοχετεύει τις πληροφορίες στους ειδικούς και εκείνοι χρησιμοποιώντας επιπλέον στοιχεία (από αρχεία και πληροφορίες του ασθενή) τον συμβουλεύουν προς την ορθή κατεύθυνση.

Στην **τηλεδιάγνωση** η πρώτη διάγνωση γίνεται από τους ειδικούς και ακολουθεί η αντίστροφη διαδικασία. Η τηλεδιάγνωση παρομοίως αναφέρεται στο διαμοιρασμό ιατρικών εικόνων και άλλων δεδομένων του ασθενή μεταξύ του γιατρού που τον εξετάζει και ενός ή περισσοτέρων ειδικών, αλλά η πρώτη διάγνωση γίνεται από τους ειδικούς.

Είναι επίσης αυτονόητο ότι η απώλεια πληροφοριών κατά την μετάδοση όπως η κακή ποιότητα στην εικόνα, είναι απαγορευτική. Η τηλεδιάγνωση μπορεί να εφαρμοστεί ιδιαίτερα σε επείγουσες περιπτώσεις που δεν υπάρχει κάποιος γιατρός παρών στο

περιστατικό και πρέπει να γίνει άμεση εκτίμηση τόσο της κατάστασης του ασθενή, όσο και της ανάγκης μεταφοράς του σε κάποιο κεντρικό νοσοκομείο.

Οι εφαρμογές της τηλεδιάγνωσης και της τηλεσυμβουλευτικής είναι εξαιρετικά χρήσιμες για την Ελλάδα καθώς η γεωγραφική της κατανομή απαιτεί σύγχρονους τρόπους πρόσβασης απομακρυσμένων και δύσβατων περιοχών που δεν διαθέτουν εξειδικευμένο, ή οποιοδήποτε ιατρικό προσωπικό.

Όταν η τηλεδιάγνωση πραγματοποιείται σε πραγματικό χρόνο τότε γεννιούνται σημαντικά οφέλη και για την προνοσοκομειακή επείγουσα ιατρική, όπως για τη διακομιδή με ελικόπτερο σε νησιωτική περιοχή. Η τηλεδιάγνωση βρίσκει εφαρμογή σε διάφορους τομείς της ιατρικής επιστήμης, όπως την καρδιολογία (τηλεκαρδιολογία), την ακτινολογία (τηλεακτινολογία), την πνευμονολογία (τηλεπνευμονολογία) και την παθολογία (τηλεπαθολογία). Επομένως ο συνδυασμός προηγμένων υπηρεσιών τηλεπαρακολούθησης και τηλεδιάγνωσης ευνοεί τη δυνατότητα τηλεδιαχείρισης των διαγνωστικών και θεραπευτικών διαδικασιών [41].

Η συνεργατική διάγνωση αναλύεται στην επόμενη παράγραφο.

### **3.2 Συνεργατική Διάγνωση**

Η **συνεργατική διάγνωση** απεικονίζει θέματα υγείας απαιτώντας παρέμβαση τόσο στη νοσηλευτική όσο και στην ιατρική μαζί. Ο γιατρός έχει συνήθως την αρχική ευθύνη για την αρχική διάγνωση, ενώ ο νοσηλευτής παρακολουθεί και ελέγχει το ξεκίνημα, την αλλαγή, και την ανάλυση του προβλήματος και ανταποκρίνεται στις αλλαγές με παρεμβάσεις καθορισμένες παράλληλα και από την νοσηλευτική και από την ιατρική. Η υπογλυκαιμία αποτελεί ένα τέτοιο παράδειγμα [42].

### **3.3 Τηλεφροντίδα στο σπίτι**

Η φροντίδα στο σπίτι είναι ένα πεδίο εφαρμογής της τηλεϊατρικής, όπου χρήστης μιας υπηρεσίας είναι ο ασθενής στο σπίτι και παροχέας είναι ένα μηχάνημα που βρίσκεται στο σπίτι του ασθενή, αλλά ελέγχεται από κάποιον άνθρωπο από απόσταση.

Αυτού του είδους οι υπηρεσίες αποτελούν την **τηλεφροντίδα**. Μερικά παραδείγματα τηλεφροντίδας είναι τα ακόλουθα:

- Συστήματα ασφαλείας όπως τα συστήματα τηλεσυναγερμού, ή απλού συναγερμού, πυρασφάλειας και λοιπές συσκευές προειδοποίησης.
- Υποστήριξη καθημερινών δραστηριοτήτων με συστήματα υποβάθμισης και συστήματα ελέγχου / συμβουλής από απόσταση.
- Διαχείριση από απόσταση και έλεγχος των συσκευών που βρίσκονται στο σπίτι από τους επαγγελματίες υγείας (τηλεχειρισμός συστημάτων αερισμού).

Η συγκεκριμένη εφαρμογή τηλεϊατρικής μπορεί να γίνει περισσότερο κατανοητή στην περίπτωση ενός συστήματος συναγερμού και επιτήρησης ενός ηλικιωμένου. Το σύστημα συναγερμού διεγείρεται είτε από τον ηλικιωμένο, είτε αυτόματα. Η αυτόματη διέγερση του γίνεται όταν ο ασθενής χάσει τις αισθήσεις του, ή αδυνατεί να πιέσει το κουμπί συναγερμού, ή όταν δεν μπορεί να μετακινηθεί εύκολα προς την συσκευή. Το σύστημα συναγερμού αποτελείται από:

- Μια συσκευή ενεργοποίησης συναγερμού.
- Τον κεντρικό σταθμό επιτήρησης που ελέγχει τη συσκευή παρακολούθησης του ασθενή.
- Ένα μέσο επικοινωνίας που μπορεί να είναι ακόμη και μια απλή τηλεφωνική γραμμή.
- Πιθανόν ένα ευρύτερο δίκτυο που μπορεί να συνδέει το σπίτι του ηλικιωμένου με κάποιο συγγενή, ή γείτονα σε κοντινή απόσταση, ώστε σε περίπτωση συναγερμού ταυτόχρονα με το κέντρο να ειδοποιηθεί άμεσα και κάποιος που βρίσκεται πιο κοντά στον ασθενή [41].

Το σύστημα τηλεεκπαίδευσης αναφέρεται στην επόμενη παράγραφο.

### **3.4 Τηλεκπαίδευση**

Είναι μια από τις σύγχρονες τηλεματικές εφαρμογές που έχει σαν στόχο την εκπαίδευση από απόσταση σε εκπαιδευτικά ιδρύματα, επιχειρήσεις, άτομα με ειδικές ανάγκες, και γεωγραφικές περιοχές δύσκολα προσβάσιμες. Έτσι εκπαιδευτής και εκπαιδευόμενοι μπορούν να ολοκληρώσουν εκπαιδευτικές και μαθησιακές λειτουργίες, ενώ βρίσκονται σε διαφορετικό σημείο.

Η παρεχόμενη εκπαίδευση είναι παράγοντας καθοριστικής σημασίας για την οικονομική και την κοινωνική πρόοδο, καθώς και για την ισότητα των ευκαιριών μέσα στη κοινωνία

μας. Ο παράγοντας αυτός καθίσταται όλο και πιο σπουδαίος στην ψηφιακή εποχή, συμβάλλοντας στη διασφάλιση της δια βίου μάθησης, στην εμφάνιση νέας γενιάς επιχειρηματιών, καθώς και στην ενδυνάμωση όλων των πολιτών ώστε να διαδραματίσουν ενεργό ρόλο στη κοινωνία της πληροφορίας.

Στις κατευθυντήριες γραμμές της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την απασχόληση, τα κράτη-μέλη αναλαμβάνουν δέσμευση για ηλεκτρονική επικοινωνία όλων των σχολείων έως το 2002. Τελευταία με την ανάπτυξη του internet, ο όρος τείνει να σημαίνει σχεδόν αποκλειστικά τη χρησιμοποίηση του διαδικτύου, για την οργάνωση και διαχείριση των εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων.

Η **τηλεκαίδευση**, εκτός από την τηλεδιάσκεψη με ήχο και εικόνα, μπορεί να περιλαμβάνει και βασικές υπηρεσίες (e-mail, news, ftp, www), ηλεκτρονικούς πίνακες (white boarding), διαμοιρασμό εφαρμογών και κειμένων (application and document sharing) και γραπτό διάλογο (internet relay chat).

Υπάρχουν δύο μορφές αλληλεπίδρασης και επικοινωνίας μεταξύ του εκπαιδευτή και του εκπαιδευόμενου, ο σύγχρονος και ο ασύγχρονος. Κατά τον **σύγχρονο τρόπο** εκπαιδευτές και εκπαιδευόμενοι αλληλεπιδρούν ταυτόχρονα μέσω του βίντεο, του ήχου, του κειμένου, ενώ υπάρχει η δυνατότητα υποβολής ερωτήσεων από τη πλευρά των εκπαιδευόμενων.

Στο μοντέλο της **ασύγχρονης τηλεκαίδευσης**, οι εκπαιδευόμενοι έχουν τη δυνατότητα προσπέλασης στο ηλεκτρονικό υλικό (που μπορεί να είναι συνδυασμός βίντεο, ήχου, γραφικών και κειμένου) τη χρονική στιγμή που αυτοί επιθυμούν και με το δικό τους ρυθμό, ενώ δεν ενημερώνονται για την δραστηριότητα των άλλων μελών της τάξης [32].

Εκτενής αναφορά στη τηλεακτινολογία πραγματοποιείται στην επόμενη παράγραφο.

### **3.5 Τηλεακτινολογία**

Η μετάδοση ακτινολογικών εικόνων από ένα σημείο σε άλλο για γνωμάτευση (interpretation) ή απλά για συμβουλευτικούς σκοπούς (consultation), μέσω υπολογιστή, πραγματοποιείται χρησιμοποιώντας ενσύρματες ή ασύρματες ζεύξεις. Λόγω του ότι η μετάδοση σχετίζεται με ψηφιακή πληροφορία, απαιτείται η σύλληψη της εικόνας σε ψηφιακή μορφή.

Στις περιπτώσεις που το απεικονιστικό μηχάνημα δεν διαθέτει ψηφιακή έξοδο, κάτι που συμβαίνει στα περισσότερα ακτινολογικά και υπέρηχους, καθώς επίσης και σε αρκετούς αξονικούς και μαγνητικούς τομογράφους, είναι αναγκαία η **ψηφιοποίηση της εικόνας**, χρησιμοποιώντας ψηφιοποιητές ακτινολογικού φιλμ.

Η ψηφιοποίηση ακτινολογικών φιλμ μπορεί να γίνει είτε μέσω video camera, είτε μέσω film scanners. Στην πρώτη περίπτωση το φιλμ φωτίζεται μέσω του διαφανοσκοπίου και η εικόνα ψηφιοποιείται μέσω της υψηλής ευκρίνειας video camera. Η τεχνική αυτή, παρόλο που είναι οικονομική, παρουσιάζει αρκετά μειονεκτήματα με βασικότερα αυτό της ανομοιόμορφης φωτεινότητας, της δυσκολίας στην χρήση κατά την τοποθέτηση του φιλμ και ανάκτηση της πληροφορίας.

Τα τελευταία χρόνια τα συστήματα τηλεακτινολογίας διαθέτουν film scanners, εξειδικευμένες συσκευές ψηφιοποίησης ακτινολογικών φιλμ οι οποίες χρησιμοποιούν laser. Τα πλεονεκτήματα τους είναι η αυτοματοποίηση της διαδικασίας ψηφιοποίησης, και η υψηλή ποιότητα / πιστότητα ψηφιοποίησης. Μειονέκτημα το κάπως υψηλό κόστος τους, αν και οι τιμές τέτοιων συσκευών ολοένα μειώνονται [43].

Οι βασικές αρχές της τηλεχειρουργικής περιγράφονται στην παρακάτω παράγραφο.

### **3.6 Τηλεχειρουργική**

Η ιστορία της τηλεχειρουργικής ξεκινά ουσιαστικά με την ανάπτυξη της ελάχιστα επεμβατικής χειρουργικής (MIS, Minimally Invasive Surgery), καθώς για πρώτη φορά μέχρι τότε ο χειρουργός αρχίζει να χρησιμοποιεί, αντί για την απευθείας οπτική επαφή με το χειρουργικό πεδίο, ισοδύναμα πληροφορίας (οθόνη βίντεο) και χειρουργικά εργαλεία των οποίων αδυνατεί να δει την άκρη (παρά μόνο στην οθόνη του βίντεο).

Το κανάλι επικοινωνίας μεταξύ χειρουργού και χειρουργικού πεδίου παύει να στηρίζεται στις φυσικές αισθήσεις του πρώτου, αλλά αντικαθίσταται από το ψηφιακό κανάλι της λαπαροσκοπικής κάμερας που του παρέχει τώρα την απαιτούμενη πληροφορία και τη δυνατότητα ελέγχου των χειρουργικών του κινήσεων.

Με την **MIS**, ο χειρουργός χάνει την αίσθηση της αφής, το φυσικό συντονισμό όρασης - χεριών και την επιδεξιότητα που του προσέφερε η μέθοδος της ανοικτής χειρουργικής και επαφίεται πια στην ποιότητα της ψηφιακής πληροφορίας που λαμβάνει στην οθόνη και την ανάπτυξη νέων δεξιοτήτων.

Η μεγαλύτερη δυσκολία της MIS για το χειρουργό, και ειδικότερα της τηλεχειρουργικής, είναι η θέση από την οποία καλείται αυτός να χειρουργήσει τον ασθενή. Ενώ στην κλασική χειρουργική το μάτι, το χέρι και το όργανο-στόχος του χειρουργικού πεδίου παραμένουν πάντα στον ίδιο άξονα, στην ελάχιστη επεμβατική μέθοδο ο άξονας αυτός διαταράσσεται και συχνά απουσιάζει εντελώς.

Αν αναλογιστεί κανείς ότι στην καθημερινή ζωή οποιαδήποτε πράξη εκτελείται πάντα στον άξονα χέρι-αντικείμενο, είναι εύκολο να αντιληφθεί τις δυσκολίες που συνάντησε η ελάχιστη επεμβατική χειρουργική κατά την εδραίωσή της. Όμως, η υπέρβαση αυτού του εμπόδιου είναι που άνοιξε τις θύρες της τηλεχειρουργικής, αφού ο χειρουργός μπορούσε πια να εκτελεί επεμβάσεις χωρίς να έχει άμεση οπτική επαφή με το χειρουργικό πεδίο.

Η τηλεχειρουργική είναι ένας τομέας της τηλεϊατρικής που αναπτύσσεται τα τελευταία χρόνια και παρουσιάζει μεγάλο ενδιαφέρον. Το βασικό έρεισμα στην ανάπτυξη της τηλεχειρουργικής είναι η ανάγκη μετάδοσης και διάχυσης των εξειδικευμένων χειρουργικών τεχνικών και γνώσεων διευκολύνοντας την αρτιότερη και αποτελεσματικότερη εκπαίδευση και διάδοση των λαπαροσκοπικών χειρουργικών διαδικασιών.

Η ανάπτυξη και κλινική εφαρμογή ρομποτικών συστημάτων όπως είναι τα Zeus και da Vinci επιτρέπει τη χειρουργική επέμβαση στον ασθενή από απόσταση, ωστόσο οι εφαρμογές τους δεν εμπίπτουν αμιγώς στο πεδίο της τηλεχειρουργικής, καθώς τελικά ο χειρουργός βρίσκεται στην ίδια χειρουργική αίθουσα με τον ασθενή, ή τουλάχιστον σε τέτοια απόσταση που του επιτρέπεται η διακοπή της λειτουργίας του συστήματος ανά πάσα στιγμή και η συνέχιση της χειρουργικής διαδικασίας από τον ίδιο.

Σήμερα η τηλεχειρουργική μπορεί να βοηθήσει ως η αμφίδρομη μετάδοση εικόνας και ήχου που επιτρέπει την επικοινωνία μεταξύ χειρουργών μικρής εμπειρίας στα χειρουργεία και χειρουργών μεγαλύτερης εμπειρίας σε απομακρυσμένες περιοχές.

Η χρήση ρομποτικών συσκευών επιτρέπει στους απομακρυσμένους χειρουργούς να συμμετέχουν ενεργά στη χειρουργική διαδικασία. Είναι αυτονόητο ότι πέρα από τις αυξημένες τηλεπικοινωνιακές υποδομές που η εφαρμογή αυτή απαιτεί, απαιτείται και πολύ εξειδικευμένο λογισμικό και υλικό ώστε να είναι εφικτή η προσομοίωση, στον απομακρυσμένο σταθμό, της κατάστασης που επικρατεί στο χειρουργείο.

Για το σκοπό αυτό, απαιτούνται συνήθως συστήματα εικονικής πραγματικότητας (virtual reality) που επιτρέπουν στους απομακρυσμένους χειρουργούς να έχουν μία ολοκληρωμένη εικόνα της όλης διαδικασίας [44].

Η επόμενη παράγραφος αναφέρεται στη τηλεραδιολογία.

### **3.7 Τηλεραδιολογία**

Η τηλεραδιολογία ορίζεται η ηλεκτρονική μεταφορά ραδιολογικών εικόνων, όπως εικόνες υπερήχων, ακτινογραφίες, από μια περιοχή σε μια άλλη όπου υποθέτουμε ότι υπάρχει εξειδικευμένη ομάδα γιατρών με σκοπό την παροχή διάγνωσης ή και συμβουλής με βάση πάντα την ηλεκτρονική εικόνα που τους έχει αποσταλεί.

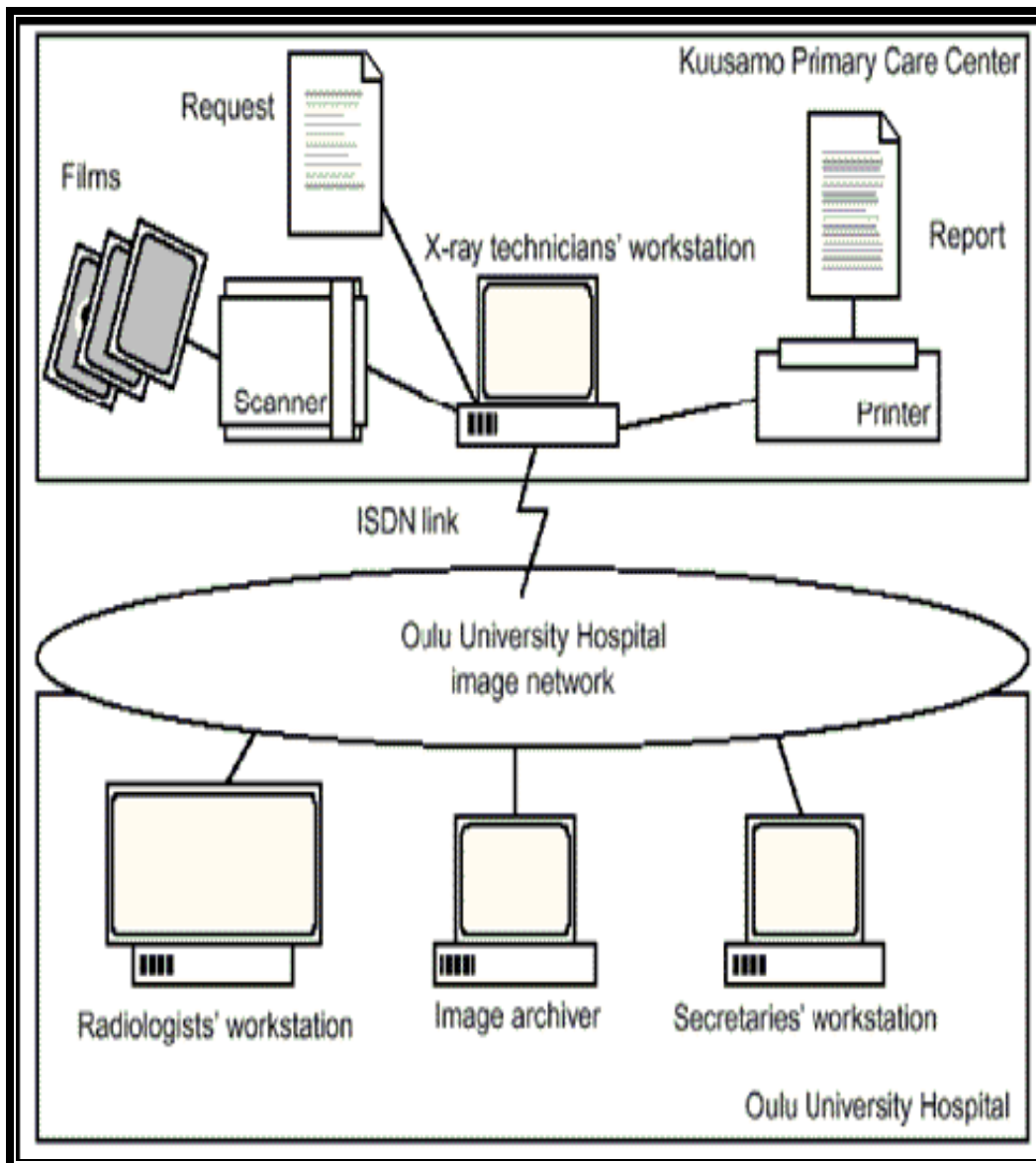
Ειδικά για τον τομέα της ραδιολογίας το σύστημα που πρόκειται να εγκατασταθεί θα πρέπει:

- Να είναι αξιόπιστο.
- Να παρέχει υψηλής ποιότητας ηλεκτρονικές εικόνες.
- Η πρόσβαση στην ιατρική εικόνα να γίνεται εύκολα και γρήγορα.
- Το σύστημα να είναι εύκολα χρησιμοποιούμενο.

Είναι επίσης ο κλάδος εκείνος της τηλεϊατρικής, ο οποίος βρίσκει ίσως την μεγαλύτερη απήχηση. Ένας γιατρός ο οποίος έχει τον εξοπλισμό και την ικανότητα να λαμβάνει ψηφιακές ραδιολογικές εικόνες, καθώς και τον εξοπλισμό να τις αποστείλει ζητώντας την συμβουλή ή και την γνωμάτευση ενός πιο εξειδικευμένου συναδέλφου του. Με τον τρόπο αυτό αποφεύγεται η άσκοπη μεταφορά του ασθενούς, ενώ η ποιότητα παροχής υπηρεσιών υγείας αναβαθμίζεται. Εξοικονομούνται επίσης αρκετά χρήματα.

Τα βασικά μέρη ενός συστήματος τηλεραδιολογίας είναι (όπως φαίνονται στην παρακάτω εικόνα) :

- Λήψη–Διαχείριση ψηφιακής εικόνας.
- Παρουσίαση εικόνας.
- Δίκτυο τηλεπικοινωνιών.
- Διερμηνεία.



Εικόνα 3.2 : Δίκτυο Ραδιολογίας [39]

### Διαχείριση εικόνας

Ανάλογα με την εφαρμογή και το είδος της ραδιολογικής εικόνας που έχουμε να αποστείλουμε χρειαζόμαστε και την κατάλληλη ανάλυση για τις εικόνες μας και ο παρακάτω πίνακας είναι ενδεικτικός:



ΤΥΠΟΣ ΡΑΔΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΙΚΟΝΑΣ	ΑΝΑΛΥΣΗ	FILE SIZE
Ακτίνες Χ	2048 × 2048×12 bits 512×512×10 bits 1024×1024×10 bits	32 Mb
Μαστογραφία	4096×5120×12 bits	160 Mb
Υπολογιστική Τομογραφία (CT)	512×512×12 bits	15 Mb
Μαγνητική Τομογραφία (MRI)	256×256×12 bits×50 images	6,3 Mb
Υπέρηχος	256×256×8 bits 640×480×8 bits	1,5 Mb
Πυρηνική Ιατρική	128×128×8 bits	0,4 Mb

**Πίνακας 3.1 : Τύπος ραδιολογικής εικόνας [39]**

Η λήψη της ψηφιακής ιατρικής εικόνας μπορεί να γίνει :

- α. Από αναλογικό φιλμ μέσω π.χ. ενός laser scanner.
- β. Με την απευθείας λήψη ψηφιακών ραδιολογικών εικόνων, μέσω ψηφιακών ραδιολογικών μηχανημάτων.
- γ. Από την αναλογική έξοδο του ραδιολογικού μηχανήματος με την χρήση frame grabber.

Ειδικότερα όσο αφορά την ραδιολογία έχει αναπτυχθεί το **πρότυπο εικόνας DICOM**.

Τα κύρια χαρακτηριστικά του είναι:

- 1) Η χρήση μοντέλων πληροφοριών ως βάση σχεδίασης για την ανάπτυξη δομών δεδομένων.
- 2) Εφαρμογή στα δίκτυα και όχι μόνο σε επικοινωνία σημείου με σημείο (point to point). Το πρότυπο DICOM ενθαρρύνει την διασύνδεση του εξοπλισμού λήψης της εικόνας με τα δίκτυα ενώ είναι συμβατό και με την point to point μετάδοση. Καθορίζει επίσης ως μοντέλο επικοινωνίας το client – server.

- 3) Η ύπαρξη ‘‘επιπέδων προσαρμογής’’ (conformance levels) για το υλικό του συστήματος, ως προς την αντίδρασή τους στις εντολές του χειριστή και στην μεταφορά δεδομένων.

### **Συμπίεση Δεδομένων**

Πολλά τηλεραδιολογικά συστήματα συμπιέζουν την εικόνα και τα δεδομένα που πρόκειται να αποστείλουν, είτε διότι το bandwidth του δικτύου δεν επιτρέπει στην πληροφορία να μεταδοθεί αυτούσια, είτε διότι ο αποθηκευτικός χώρος που υπάρχει για τα αρχεία είναι περιορισμένος.

Οι πιο **συνηθισμένοι τρόποι συμπίεσης δεδομένων** λοιπόν για τις εφαρμογές τηλεραδιολογίας είναι ο *Huffman coding* και ο *αλγόριθμος run-length*. Για την συμπίεση της ψηφιακής εικόνας συνήθως χρησιμοποιείται η JPEG συμπίεση εικόνας καθώς επίσης και ο wavelet transform για υψηλό βαθμό συμπίεσης (30:1) κυρίως για εικόνες υψηλής ανάλυσης (mammography). Ο μετασχηματισμός κυματιδίων είναι διακριτός γραμμικός μετασχηματισμός ο οποίος αποσυνθέτει το αρχικό φάσμα του σήματος σε μπάντες συχνοτήτων χρησιμοποιώντας τα κατάλληλα φίλτρα και στην συνέχεια την κωδικοποίησή τους ανά συχνότητες.

### **Παρουσίαση Εικόνας**

Για τις εφαρμογές της τηλεραδιολογίας όπου και η πιο ασήμαντη λεπτομέρεια μπορεί να παίξει καθοριστικό ρόλο στην διάγνωση η οπτική αντίληψη πρέπει να είναι συγκρίσιμη τουλάχιστον με την ποιότητα εκτύπωσης laser σε φιλμ. Τα χαρακτηριστικά της παρουσιαζόμενης εικόνας είναι:

1. Η πιστότητα (Fidelity) καθορίζεται τόσο από την μέτρηση φυσικών παραμέτρων της εικόνας όπως ο φωτισμός (luminance) το dynamic range, η παραμόρφωση (distortion), η ανάλυση της εικόνας και τέλος ο θόρυβος, όσο και από ψυχοτεχνικά χαρακτηριστικά όπως για παράδειγμα κάποια tests που αφορούν λεπτομέρειες για την επιθυμητή αντίθεση της εικόνας.
2. Το ποσό της πληροφορίας που περιέχει μια τέτοια εικόνα και αυτό ορίζεται για παράδειγμα από την ικανότητα όρασης και διάγνωσης κάποιων σημαντικών λεπτομερειών πάνω στην εικόνα καθώς επίσης και η ικανότητα εξακρίβωσης κάποιων ανωμαλιών [44].

Η τηλεπαθολογία περιγράφεται στην επόμενη παράγραφο.

### **3.8 Τηλεπαθολογία**

Η τηλεπαθολογία είναι η χρήση τηλεπικοινωνιακών και υπολογιστικών μέσων για την εξ' αποστάσεως διευκόλυνση παθολογοανατομικών εξετάσεων. Ήδη από το 1968 είχε αναπτυχθεί μία πειραματική διάταξη η οποία με την χρήση μίας ασπρόμαυρης κάμερας συνδεδεμένης σε ένα μικροσκόπιο μετέδιδε εικόνες παθολογοανατομικές μέσω μικροκυματικής ζεύξης. Παρότι η εφαρμογή δεν είχε κλινικό χαρακτήρα, πέτυχε να αναδείξει τις δυνατότητες ανάπτυξης τέτοιων τηλεϊατρικών εφαρμογών.

Το 1986 με την χρήση δορυφορικών διαύλων και μίας υψηλής ευκρίνειας κάμερας συνδεδεμένης σε ένα ηλεκτρονικό μικροσκόπιο, έγινε δυνατή η μετάδοση υψηλής ανάλυσης εικόνων βιοψίας αλλά και ο εξ' αποστάσεως μηχανικός έλεγχος του μικροσκοπίου (εστίαση, μεγέθυνση, κλπ).

Οι εφαρμογές της τηλεπαθολογίας μπορούν να χωριστούν στις παρακάτω κατηγορίες:

- A) Στατική τηλεπαθολογία η οποία περιλαμβάνει τις εφαρμογές αποστολής στατικών εικόνων με διάφορους τρόπους.
- B) Κινητική τηλεπαθολογία η οποία περιλαμβάνει τις περιπτώσεις χειρισμού του μικροσκοπίου από απόσταση. Οι εικόνες μπορούν να σταλούν με πλήρη ανάλυση ή σε αντίθετη περίπτωση ως στατικές εικόνες που έχουν υποστεί συμπίεση ή ταυτόχρονα και τις δύο.
- Γ) Δυναμική τηλεπαθολογία η οποία εκτός από τις εφαρμογές της Β κατηγορίας συμπεριλαμβάνει την ικανότητα αποστολής έγχρωμων, μη συμπίεσμένων εικόνων σε πραγματικό χρόνο [39].

Η επόμενη παράγραφος αναφέρεται στην τηλεδερματολογία.

### **3.9 Τηλεδερματολογία**

Ο στόχος της τηλεδερματολογίας, είναι η παροχή ιατρικών υπηρεσιών σε κάποια απομακρυσμένη περιοχή με κύριο σκοπό την παροχή συμβουλών, διαγνωστικών και θεραπευτικών οδηγιών σε κάποιον μη ειδικευμένο δερματολόγο.

Οι εφαρμογές τηλεδερματολογίας είναι απλές. Ο ασθενής με το δερματολογικό πρόβλημα βρίσκεται στην κλινική Α (που συνήθως στελεγχώνεται από ένα γενικό ιατρό)

και ο ειδικευμένος δερματολόγος βρίσκεται στην κλινική Β. Οι δερματολογικές εικόνες, το ιστορικό του ασθενούς, οι εργαστηριακές αναλύσεις και οτιδήποτε άλλο σχετικό δεδομένο μεταδίδεται ηλεκτρονικά από το Α στο Β, όπου ο δερματολόγος αξιολογεί τα κλινικά δεδομένα, και προβαίνει σε διάγνωση, καθορίζοντας τις περαιτέρω πράξεις.

Η τηλεδερματολογία είναι από τους πιο σημαντικούς κλάδους στον χώρο της τηλεϊατρικής και αυτό διότι τα δερματολογικά περιστατικά είναι πάρα πολλά (περίπου το 30% των συνολικών περιστατικών) και όμως αυτά ή δεν αντιμετωπίζονται σωστά ή αντιμετωπίζονται ελλιπώς λόγω έλλειψης εξειδικευμένου δερματολόγου.

### **Τεχνικές**

Γενικά την τηλεδερματολογία μπορούμε να την χωρίσουμε σε δύο κατηγορίες. Πρόκειται για αυτήν που ασκείται σε πραγματικό χρόνο και για την τηλεδερματολογία που ασκείται σε μη πραγματικό χρόνο αφού πρώτα αποθηκευτεί ηλεκτρονικά το απαραίτητο ιατρικό υλικό σε ηλεκτρονική μορφή.

#### **1. Τηλεδερματολογία σε μη πραγματικό χρόνο**

Σύμφωνα με την μέθοδο αυτή λαμβάνονται κάποιες στατικές εικόνες, ή κάποιο video. Οι αρχικές αυτές εικόνες και το video μπορούν να είναι σε αναλογική, ή σε ψηφιακή μορφή. Στην δεύτερη περίπτωση δεν αντιμετωπίζουμε πρόβλημα και μπορεί να γίνει απευθείας αποθήκευση αυτών στον τοπικό υπολογιστή κάποιου απομακρυσμένου αγροτικού ιατρείου και κατόπιν αποστολή τους στο συνεργαζόμενο εξειδικευμένο ιατρικό κέντρο.

Στην περίπτωση που το υλικό που λαμβάνεται είναι σε αναλογική μορφή θα έχουμε την διαδικασία ψηφιοποίησης της πληροφορίας μας. Σε κάθε περίπτωση όμως θέλουμε φωτογραφίες και video υψηλής ακρίβειας στην αναπαράστασή τους. Για την γρηγορότερη μετακίνησή τους δια μέσου του δικτύου είναι πιθανή η συμπίεση των δεδομένων μας (*Jpeg για τις εικόνες - mpeg για το video*). Η τεχνική αυτή βέβαια παρουσιάζει ορισμένα πλεονεκτήματα αλλά και μειονεκτήματα.

#### **Πλεονεκτήματα:**

- Δεν απαιτείται ιδιαίτερη οργάνωση.
- Είναι μια πολύ οικονομική τεχνική (π.χ. μπορεί να γίνει μέσω χρήση e-mail).

- Ο χρόνος ασχολίας του εξειδικευμένου γιατρού φτάνει κατά μέσο όρο τα 6min.

***Μειονεκτήματα:***

- Ο ειδικός γιατρός δεν έχει δυνατότητα χειρισμού της εικόνας που του αποστέλλεται π.χ. να την δει από διαφορετική γωνία.
- Έλλειψη συνοδευτικών–κλινικών πληροφοριών που είναι χρήσιμες για την διάγνωση.
- Δεν υπάρχει οπτική επαφή με τον ασθενή.

**2. Τηλεδερματολογία σε πραγματικό χρόνο**

Με την τεχνική αυτή έχουμε μετάδοση ιατρικών δεδομένων σε πραγματικό χρόνο ενώ υπάρχει και άμεση επαφή του γενικού γιατρού με τον εξειδικευμένο γιατρό αν είναι δυνατόν με την μορφή τηλεσυνδιάσκεψης.

Με τις σύγχρονες τεχνικές συμπίεσης δεδομένων υπάρχει η δυνατότητα μετάδοσης εικόνας μέσα από κοινή τηλεφωνική γραμμή, η ποιότητα της αναπαραγόμενης εικόνας όμως δεν είναι η επιθυμητή.

Επίσης μια άλλη λύση είναι η χρήση του PC ως μέσο για videoconferencing με τη χρήση κάποιας κάμερας και μιας ειδικής κάρτας. Η ποιότητα επικοινωνίας τόσο στον ήχο όσο και στην εικόνα είναι σχετικά καλή.

Με την χρήση πιο εξειδικευμένου και φυσικά πιο ακριβού εξοπλισμού είναι δυνατή η ***επικοινωνία με broadcast quality***. Από την στιγμή που ο εξειδικευμένος γιατρός βλέπει από το monitor την ιατρική εικόνα, θα πρέπει να απαντήσει τόσο στον ανειδίκευτο γιατρό, όσο και στον ασθενή και θα υπάρχει λοιπόν μια μορφή τηλεσυνδιάσκεψης ανάμεσα σε αυτούς. Και αυτή η μέθοδος παρουσιάζει τόσο πλεονεκτήματα, όσο και μειονεκτήματα.

***Πλεονεκτήματα:***

- Υπάρχει άμεση επαφή του εξειδικευμένου γιατρού, τόσο με τον ανειδίκευτο, όσο και με τον ασθενή.
- Μειώνεται ο χρόνος που απαιτείται για την εξ' αποστάσεως διάγνωση.

- Ελαττώνονται οι επισκέψεις του ασθενούς καθώς και την παραμονή του στο νοσοκομείο, αφού μπορεί να γίνει ασφαλής διάγνωση και αντιμετώπιση του περιστατικού από μακριά.
- Επιτυγχάνεται καλύτερη εκπαίδευση του ανειδίκευτου γιατρού στα δερματολογικά περιστατικά.

***Μειονεκτήματα:***

- Υψηλό κόστος υλοποίησης ενός τέτοιου συστήματος.
- Ο χρόνος που ασχολείται ο εξειδικευμένος γιατρός με το περιστατικό λόγω του χρόνου της συνδιάσκεψης φτάνει τα 10 – 25 min.
- Σύστημα το οποίο είναι ευαίσθητο σε δυσλειτουργίες άρα με ελαττωμένη ανάπτυξη.

Με την τεχνική αυτή της τηλεδερματολογίας θα πρέπει φυσικά να υπάρχει συγχρονισμός του προγράμματος του εξειδικευμένου γιατρού σύμφωνα με τα περιστατικά που θα προκύψουν αφού μιλάμε για επικοινωνία σε πραγματικό χρόνο. Με την μέθοδο όμως αυτή η μετακίνηση του ασθενούς θα συμβεί μόνο σε εκείνη την περίπτωση που το περιστατικό δεν θα μπορεί να αντιμετωπιστεί θεραπευτικά στο τοπικό νοσοκομείο.

Για την λειτουργία ενός συστήματος τηλεδερματολογίας λοιπόν μπορεί να απαιτηθεί κάποιος φτηνός, ή ακριβότερος εξοπλισμός. Σε κάθε περίπτωση πάντως χρειάζονται μια ψηφιακή φωτογραφική μηχανή, μια video camera για τα δερματολογικά περιστατικά τα οποία είναι πιο επιφανειακά, καθώς και ένα δερματοσκόπιο που υπάρχει η δυνατότητα να μεταδίδει ηλεκτρονικά την εικόνα. Σε κάθε περίπτωση θα πρέπει να προσεχθεί ο φωτισμός στον χώρο που λαμβάνονται οι φωτογραφίες [39].

Οι βασικές αρχές του κλάδου της τηλεοφθαλμολογίας αναφέρονται παρακάτω.

### **3.10 Τηλεοφθαλμογία**

Η τηλεοφθαλμολογία, από τη μεριά της έχει ως σκοπό την παροχή οφθαλμολογικών διαγνώσεων-συμβουλών, παράλληλα με την πιθανή χορήγηση της κατάλληλης φαρμακευτικής αγωγής. Όπως και στις περισσότερες εφαρμογές τηλεϊατρικής, τα συστατικά στοιχεία ενός συστήματος τηλεοφθαλμολογίας είναι το σύστημα ανάκτησης και ψηφιοποίησης εικόνας και το σύστημα μετάδοσης ψηφιακών εικόνων.

Στις περισσότερες εφαρμογές της απαιτείται η μετάδοση ακίνητων ψηφιακών εικόνων. Αυτό σημαίνει ότι η ανάκτηση της εικόνας θα γίνει απευθείας ψηφιακά, αν φυσικά διαθέτουμε τον κατάλληλο ιατρικό εξοπλισμό, ή θα περιλαμβάνεται μια διαδικασία ψηφιοποίησης της αναλογικής εικόνας που θα πάρουμε. Στην συνηθέστερη περίπτωση έχουμε την χρήση μιας CCD (Charge-Coupled Device) κάμερας μπροστά από ένα οφθαλμολογικό μικροσκόπιο, ή μια ακτινοσκοπική αγγειογραφική συσκευή.

Ενώ τελευταία έχουμε την χρήση ψηφιακής κάμερας συνδεδεμένης με τα οφθαλμολογικά όργανα εξέτασης παράγοντας ψηφιακές φωτογραφίες υψηλής ανάλυσης. Μια άλλη δυνατότητα είναι η ψηφιοποίηση εικόνων από Οφθαλμοσκόπιο Laser (Scanning Laser Ophthalmoscope) για την εξέταση ανωμαλιών του αμφιβληστροειδούς. Σε κάθε περίπτωση, οι διαγνωστικές εικόνες ψηφιοποιούνται, αποθηκεύονται και μεταδίδονται στον εξειδικευμένο οφθαλμίατρο για γνωμάτευση και παροχή περαιτέρω οδηγιών [39].

### **3.11 Τηλεψυχιατρική**

Η Τηλεψυχιατρική είναι ιδιαίτερα ενδιαφέρον κεφάλαιο στην τεχνολογία επικοινωνιών. Περίπλοκες συναισθηματικές πληροφορίες χρειάζεται να αποτυπωθούν και να διαβιβασθούν και είναι συχνά περίπλοκο λόγω της συναισθηματικής θέσης του ασθενούς και της ψυχοπαθολογικής κατάστασης. Τέτοιες δυσκολίες μπορούν να ξεπεραστούν όταν ο ειδικός είναι σε θέση να σχεδιάσει ένα ασφαλές μέρος για την αλληλεπίδραση γιατρού ασθενούς. Οι ελάχιστες απαιτήσεις για την τηλεψυχιατρική συνοψίζονται παρακάτω:

- Ειδική προσοχή στην ποιότητα του ήχου.
- Κατάλληλο εύρος ζώνης για να διασφαλίζει ότι ο λόγος δεν αλλάζει χρονικά και είναι σε συμφωνία με το βλέμμα.
- Κατάλληλο περιβάλλον όπου επιτρέπει τον έλεγχο των εκφράσεων του προσώπου και του σώματος. Αυτό ίσως περιλαμβάνει όψεις από διαφορετικές κάμερες ή καταγραφή με κάμερα από απόσταση.
- Ικανή εκπαίδευση προσωπικού για να διεξάγουν τις εξ' αποστάσεως συνεντεύξεις.

- Κατάλληλος χώρος όπου διασφαλίζεται η απομόνωση και ιδιωτικότητα. Στην τηλεψυχιατρική ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να αποδοθεί σε δυο παράγοντες που είναι οι κάτωθι:

### **Ήχος**

Η ποιότητα του ήχου είναι βαρύνουσας σημασίας. Τα στοιχεία που πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψη στον ακουστικό σχεδιασμό ενός δωματίου τηλεσυνδιάσκεψης είναι:

- α) επαρκής χρήση των μικρόφωνων,
- β) η ακουστική ιδιαιτερότητα του δωματίου,
- γ) έλεγχος στην εξάλειψη της αντήχησης και
- δ) τα πρωτόκολλα τηλεδιάσκεψης.

### **Έλεγχος του περιβάλλοντος χώρου**

Πρέπει να μοιάζει με το γραφείο του γιατρού και ο ασθενής πρέπει να γνωρίζει σε ποιον απευθύνεται. Έλεγχος εκφράσεων προσώπου-σώματος και οι παράμετροι που ελέγχονται στην ψυχιατρική εξέταση είναι: ο περιβάλλον χώρος, η στάση του ασθενούς και οι εκφράσεις του προσώπου.

Για να ελέγχονται εύκολα όλοι αυτοί οι παράγοντες κατάλληλο εύρος ζώνης απαιτείται για να διασφαλίζει επαρκή ποιότητα εικόνας με ταυτόχρονη μεταφορά ήχου. Επίσης κάμερες (cameras) ταυτόχρονα να βλέπουν από διαφορετικά σημεία και να επιτρέπουν την εστίαση για τον έλεγχο ελάχιστων κινήσεων [39].



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### 4. Ασύρματα Συστήματα Τηλεϊατρικής

#### 4.1 Ασύρματα δίκτυα και τεχνολογίες

Η αξιοποίηση των ασύρματων τεχνολογιών για εφαρμογές τηλεϊατρικής δεν είναι πρόσφατη. Αντιθέτως, ήδη από το 1920 είχαν λάβει χώρα συνεδρίες τηλεσυμβούλευσης, με χρησιμοποίηση δορυφορικών επικοινωνιών μεταξύ πλοίων εν πλω και του νοσοκομείου Haukeland στη Νορβηγία. Έκτοτε, ακολούθησαν αρκετές προσπάθειες αξιοποίησης των δορυφορικών επικοινωνιών για προσφορά υπηρεσιών υγείας, οι περισσότερες εκ των οποίων στέφθηκαν με επιτυχία και επεσήμαναν την προστιθέμενη αξία την οποία μπορούν να προσδώσουν οι ασύρματες τεχνολογίες στον τομέα της περίθαλψης.

Οι εξελίξεις στον τομέα των ασύρματων τεχνολογιών και ειδικότερα στον τομέα των τεχνολογιών κινητών επικοινωνιών (κυψελωτών δικτύων) έδωσε άλλη διάσταση στις υπηρεσίες που θα μπορούσαν να προσφερθούν στους πολίτες.

Το μεγάλο ξέσπασμα έλαβε χώρα στα μέσα της δεκαετίας του '80, με την εμφάνιση του δικτύου GSM (Global System for Mobile Communications), οι υπηρεσίες του οποίου συμπεριελάμβαναν την τηλεφωνία, τη σύγχρονη και ασύγχρονη μετάδοση δεδομένων, καθώς και υπηρεσίες προστιθέμενης αξίας όπως τη μετάδοση γραπτών μηνυμάτων (SMS).

Οι καινοτόμες αυτές υπηρεσίες βρήκαν άμεση εφαρμογή στον τομέα της τηλεματικής και αξιοποιήθηκαν στο έπακρο για τη μετάδοση βιοσημάτων ασθενών, γνωρίζοντας σημαντική αποδοχή τόσο σε εθνικό όσο και σε ευρωπαϊκό επίπεδο, μέσω των επιτυχημένων (συγχρηματοδοτούμενων από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή) προγραμμάτων **AMBULANCE και Emergency 112**, τα οποία αφορούσαν στην τηλεσυμβούλευση κατά τη διάρκεια διακομιδών στην περίπτωση επειγόντων περιστατικών.

Παρόλα αυτά, η ανάπτυξη αυτών των δικτύων που άνοιξε το δρόμο για την παροχή σημαντικών υπηρεσιών στους πολίτες, ταυτόχρονα αύξησε και τις απαιτήσεις των τελικών χρηστών με αποτέλεσμα την ανάγκη δημιουργίας για ταχύτερη μετάδοση πληροφορίας και για μετάδοση μεγαλύτερου όγκου πληροφοριών.

Την ανάγκη αυτή ήρθε να καλύψει η **υπηρεσία GPRS** (General Packet Radio Service), η οποία αναπτύχθηκε ως προσπάθεια ενίσχυσης του συστήματος GSM. Παρ' όλα αυτά, ακόμα και ο υπερδεκαπλασιασμός της προσφερόμενης ταχύτητας μετάδοσης των δεδομένων κρίθηκε ανεπαρκής, με αποτέλεσμα να οδηγηθούμε στην ανάπτυξη των επονομαζόμενων **δικτύων τρίτης γενιάς (3G)**, τα οποία χρησιμοποιούνται κατά κόρον στην κινητή τηλεφωνία, ενώ έχουν συμβάλει σημαντικά και στην εξέλιξη της τηλεματικής, επιτρέποντας τη μετάδοση πολυμεσικού περιεχομένου εικόνας και βίντεο. Αυτή η δυνατότητα συνεπάγεται τόσο την παροχή πληρέστερης κλινικής εικόνας στον απομακρυσμένο θεράποντα ιατρό όσο, και την άνθηση υπηρεσιών τηλεϊατρικής που βασίζονται στη μετάδοση εικόνων, όπως η τηλεακτινολογία, η τηλεδερματολογία και άλλες.

Οι ασύρματες τεχνολογίες όμως δεν περιορίζονται στις δορυφορικές επικοινωνίες και τα κυψελωτά δίκτυα, αλλά περιλαμβάνουν και τις τεχνολογίες ασύρματης τοπικής δικτύωσης (Wireless Local Area Networks) που βασίζονται στο πρωτόκολλο Wi-Fi. Πέραν της εμφανούς χρησιμότητας αυτών στην ασύρματη πρόσβαση στο διαδίκτυο σε ιδιωτικούς ή δημοτικούς χώρους, μπορεί να συμβάλει σημαντικά στην αύξηση της διαθεσιμότητας της πληροφορίας, επιτρέποντας την εύκολη και γρήγορη πρόσβαση των ιατρών μέσα από το ασύρματο δίκτυο του νοσοκομείου σε πληροφορίες ηλεκτρονικών φακέλων ασθενών, μέσω χρησιμοποίησης κινητών τηλεφώνων ή έξυπνων επιπλάμιων συσκευών (**PDA's, Personal Digital Assistant's**).

Παράλληλα με την ανάπτυξη των ασύρματων τοπικών δικτύων, άνθηση έχει γνωρίσει και η ανάπτυξη **ασύρματων προσωπικών δικτύων (Personnal Area Networks και Body Area Networks)** με τη χρησιμοποίηση ασύρματων τεχνολογιών μικρής εμβέλειας, όπως για παράδειγμα του **πρωτοκόλλου Bluetooth** και του ανερχόμενου **πρωτοκόλλου ZigBee**. Οι εξελίξεις στον τομέα των ασύρματων δικτύων τοπικής εμβέλειας έδωσε μεγάλη ώθηση στην ανάπτυξη προσωπικών δικτύων ασθενών, μέσω των οποίων έξυπνες αισθητήριες συσκευές αναλαμβάνουν την καταγραφή βιοσημάτων και λοιπών δεδομένων των ασθενών, τη συλλογή τους και την αποστολή τους είτε σε έναν προσωπικό σταθμό είτε στο πληροφοριακό σύστημα ενός νοσοκομείου.

Ερευνητικά, η αξιοποίηση των τεχνολογιών αυτών για την ανάπτυξη ασύρματων δικτύων αισθητήρων έχει χρησιμοποιηθεί για την παροχή υπηρεσιών κατ' οίκον περίθαλψης, για

την παρακολούθηση και διαχείριση ασθενών που έχουν πρόσφατα πάρει εξιτήριο, ασθενών με αναπνευστικά προβλήματα, διαβητικών ασθενών ή ακόμα και για την παρακολούθηση εγκύων κατά τη διάρκεια της κύησης με τη συλλογή του ηλεκτροκαρδιογραφήματος τόσο της μητέρας όσο και του εμβρύου.

Επομένως με βάση τα παραπάνω, καθίσταται σαφές ότι το μέλλον των ασύρματων τεχνολογιών προβλέπεται ιδιαίτερα ευοίωνο, τόσο σε εθνικό όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο. Ακόμα και αν περιοριστούμε στον ανθρωποκεντρικό παράγοντα της αύξησης της ποιότητας υπηρεσιών ηλεκτρονικής υγείας και υγειονομικής περίθαλψης, οι ανάγκες δικτύωσης επαγγελματιών υγείας και πολιτών και οι ανάγκες διάθεσης πληροφορίας ανεξαρτήτως γεωγραφικής κάλυψης, καθιστούν επιτακτική την ανάγκη εδραίωσης ασύρματων ευρυζωνικών δικτύων.

Ειδικότερα στον Ελλαδικό χώρο, οι εφαρμογές τηλεϊατρικής θα ήταν εξαιρετικά σημαντικές λόγω των ιδιαίτερων γεωγραφικών χαρακτηριστικών της. Με περισσότερα από 1.000 ιατρικά κέντρα σε απομονωμένες γεωγραφικά περιοχές, η προσφορά υπηρεσιών τηλεματικής θα βοηθούσε το ιατρικό προσωπικό να παρέχει έγκαιρη και εξειδικευμένη ιατρική φροντίδα στους ασθενείς εξυπηρετώντας τη γενικότερη πολιτική για ισότιμη πρόσβαση όλων των πολιτών σε υψηλού επιπέδου ιατρικές υπηρεσίες και την άρση της απομόνωσης που υφίστανται οι περιοχές αυτές. Παράλληλα, μπορεί να συμβάλλει στη διάχυση των ιατρικών πληροφοριών και στην αποτελεσματικότερη διαχείριση των ιατρικών πόρων.

Καθώς τα ερευνητικά έργα (σε εθνικό και ευρωπαϊκό επίπεδο) προάγουν τις υφιστάμενες τεχνολογίες αιχμής, καθορίζοντας τις κατευθυντήριες γραμμές των μελλοντικών εξελίξεων και στις τεχνολογίες ασύρματων επικοινωνιών, είναι απόλυτα λογικό και ρεαλιστικό να αναμένουμε τα επόμενα χρόνια την αξιοποίηση και την ευρεία χρήση των ασύρματων τεχνολογιών μικρής εμβέλειας στην ανάπτυξη τοπικών δικτύων αισθητήρων και συσκευών σε περιβάλλοντα **έξυπνων σπιτιών (smart homes)** που θα υποστηρίζουν την κατ' οίκον παρακολούθηση και νοσηλεία των πολιτών-ασθενών, καθώς επίσης και τη χρησιμοποίηση των ασύρματων τεχνολογιών μεγάλης εμβέλειας που θα συμβάλλουν στην αποτελεσματική δικτύωση μεταξύ των επαγγελματιών υγείας και των ασθενών τους [45].

Η επόμενη παράγραφος αναφέρεται στους τύπους πληροφορίας καθώς επίσης και στη συμπίεση των δεδομένων.

#### **4.2 Τύποι πληροφορίας – συμπίεση δεδομένων**

Σε μια πρόσωπο με πρόσωπο συμβουλευτική επίσκεψη, ο γιατρός μπορεί να χρησιμοποιήσει συνδυασμό των πέντε αισθήσεων – όραση, ακοή, αφή, όσφρηση και γεύση - για να αξιολογήσει την κατάσταση ενός ασθενή. Οι πρώτες τρεις είναι αυτές που χρησιμοποιούνται συνήθως και τα δεδομένα μεταφέρονται απευθείας από τον ασθενή στον παρατηρητή.

*Στην τηλεϊατρική όμως τα δεδομένα από αισθητήρια πρώτα μετατρέπονται σε ηλεκτρικούς παλμούς για μετάδοση στον απομακρυσμένο γιατρό.*

Μέθοδοι για τη μετατροπή ερεθισμάτων όσφρησης και γεύσης σε ηλεκτρικά σήματα είναι ακόμα σε πειραματικό στάδιο, ενώ η αίσθηση της αφής μπορεί να μετατραπεί επιτυχώς σε ηλεκτρικό σήμα αλλά η αντίστροφη διαδικασία είναι δύσκολη και όχι σαφώς κατανοητή. Έτσι η τηλεσυμβουλευτική βασίζεται στην όραση και στην ακοή.

*Η πληροφορία που λαμβάνεται με αυτές τις αισθήσεις χωρίζεται σε τέσσερις τύπους:*

- Κείμενο και δεδομένα
- Ήχος
- Στατική (απλή) εικόνα
- Βίντεο (ακολουθία εικόνων)

Ο παρακάτω πίνακας δίνει παραδείγματα τηλεϊατρικής με τους αντίστοιχους τύπους δεδομένων και το μέγεθος των αρχείων σε kilobytes, ή megabytes μετά την ψηφιοποίηση.

Πηγή	Τύπος	Τυπικό μέγεθος αρχείου
Σημειώσεις ασθενή	Κείμενο	< 10 KB
Ηλεκτρονικό στηθοσκόπιο	Ήχος	100 KB
Ακτινογραφία θώρακα	Στατική εικόνα	1 MB
Υπερηχογράφημα εμβρύου (30 s)	Βίντεο	10 MB

**Πίνακας 4.1 : Παραδείγματα πληροφορίας στην Τηλεϊατρική [39]**

Το εύρος των ηλεκτρονικών αρχείων από τις διάφορες πηγές δείχνει την ανάγκη να επιλεγεί ο σωστός εξοπλισμός με την κατάλληλη απόδοση για τις κλινικές ανάγκες. Κατώτερη εκτίμηση ή ανώτερη εκτίμηση των προδιαγραφών των συστημάτων μπορεί να οδηγήσει σε απογοήτευση και εγκατάλειψη μιας πολλά υποσχόμενης εφαρμογής.

*Οι παραπάνω τύποι λήψης της πληροφορίας περιγράφονται συνοπτικά παρακάτω:*

#### Κείμενο και δεδομένα

Ηλεκτρονικά έγγραφα όπως εκθέσεις, αλληλογραφία ή ιατρικά αρχεία που περιέχουν κείμενο σε ASCII ή Unicode και αριθμητικά δεδομένα μπορούν να μεταδοθούν απευθείας σε ψηφιακή μορφή.

Το ψηφιοποιημένο αρχείο μπορεί να επεξεργαστεί με έναν επεξεργαστή κειμένου, μια βάση δεδομένων ή ένα πρόγραμμα spreadsheet αλλά αυτό σπάνια χρειάζεται αφού η μεταδιδόμενη πληροφορία είναι ανεξαιρέτως “μόνο για ανάγνωση” (‘read-only’). Αν ένα έγγραφο είναι διαθέσιμο μόνο σε χαρτί τότε μπορεί να ψηφιοποιηθεί για μετάδοση μέσω scanner (π.χ. φαξ) ή μέσω κάμερας εγγράφων. Αν το κείμενο δεν επιδέχεται οπτική αναγνώριση χαρακτήρων (OCR) τότε θα είναι σε μορφή εικόνας και δεν μπορεί να τροποποιηθεί μέσω του επεξεργαστή κειμένου.

Συχνά πληροφορία σε μορφή κειμένου απαιτείται πριν τη τηλεσυμβουλευτική ή αργότερα σαν αποτέλεσμα της διαδικασίας. Σε αυτές τις περιπτώσεις είναι πιο αποτελεσματική η αποστολή των εγγράφων με ταχυδρομείο ή ακόμα καλύτερα με ηλεκτρονικό ταχυδρομείο ως επισυναπτόμενα αρχεία.

## Ήχος

Το κοινό τηλεφωνικό δίκτυο, γνωστό ως PSTN ή και POTS, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη μετάδοση ήχου (π.χ. ομιλίας) και να γίνει έτσι διάγνωση από απόσταση. Όμως η ποιότητα (ευκολία κατανόησης) και το εύρος ζώνης (ικανότητα μεταφοράς πληροφορίας) της αναλογικής τηλεφωνίας σπάνια επαρκούν στις ιατρικές εφαρμογές.

Σε αντίθεση, τα **ψηφιακά σήματα** μπορεί να μεταδοθούν μέσω δικτύου σε μεγάλες αποστάσεις χωρίς υποβάθμιση του σήματος. Τα ψηφιακά σήματα μπορούν επίσης να επεξεργαστούν για τη βελτίωση της απόδοσης του συστήματος.

*Ειδικές κάρτες ήχου όπως η κάρτα "Creative Labs SoundBlaster" που εισέρχονται εύκολα σε ένα PC είναι διαθέσιμες για αυτό το σκοπό. Αφού εγκατασταθούν δεν χρειάζεται άλλος εξοπλισμός παρά μόνο ένα μικρόφωνο για τηλεσυμβουλευτική. Αυτές οι κάρτες μπορούν επίσης να λαμβάνουν σήματα ήχου απευθείας από ιατρικές περιφερειακές συσκευές όπως ο υπερηχογράφος.*

Στο λειτουργικό σύστημα Windows που έχουν τα περισσότερα PC s τα αρχεία ήχου είναι μορφή WAV για εύκολη μετάδοση και λήψη, ενώ άλλα συστήματα χρησιμοποιούν διαφορετικά format αρχείων ήχου.

## Στατικές εικόνες

Η ποιότητα της στατικής εικόνας καθορίζεται από το μέγεθος του pixel (στοιχείο εικόνας) σε μια εικόνα και τον αριθμό των επιπέδων χρώματος ή ασπρόμαυρου. Αυτές οι παράμετροι καθορίζονται από την ποιότητα της συσκευής σάρωσης (scanner) που χρησιμοποιεί φωτοευαίσθητους, μετατροπείς διόδου συζευγμένου φορτίου για να ψηφιοποιήσει την εικόνα.

Όσο μικρότερο είναι το μέγεθος του pixel τόσο περισσότερα pixels υπάρχουν σε μια δεδομένη εικόνα και τόσο μεγαλύτερη είναι η αντίστοιχη ανάλυση της εικόνας. Οι επίπεδες συσκευές σάρωσης συνήθως σκανάρουν έως 1200 σημεία (dots) ή pixels ανά ίντσα (dpi) ενώ η νέα γενιά ψηφιακές φωτογραφικές μηχανές μπορούν εύκολα να παράγουν μια διαφάνεια των 35 mm με 1000x1200 pixels δηλαδή με πυκνότητα πάνω από δύο εκατομμύρια pixels.

Σε κάθε pixel αποδίδεται ένας συγκεκριμένος αριθμός bits που αντιπροσωπεύουν το επίπεδο grey-scale ή χρώματος συνήθως έως 8 bits (255 επίπεδα) για grey-scale και έως

24 bits (16,77 εκατομμύρια) για χρώμα σε βάθος. Το ανθρώπινο μάτι δεν μπορεί να διακρίνει διαφορές στην ποιότητα για τιμές πολύ χαμηλότερες από αυτά τα επίπεδα. Όμως αν ο αριθμός των bits είναι πολύ χαμηλός τότε οι ασπρόμαυρες και έγχρωμες εικόνες χάνουν στην ανάλυση και μοιάζουν με μονόχρωμες εικόνες στις οποίες η λεπτομέρεια χάνεται σε ασχημάτιστα τετραγωνάκια.

Ο λόγος που δεν χρησιμοποιείται ο μέγιστος αριθμός bits είναι στο χώρο μνήμης του υπολογιστή που απαιτείται για να αποθηκευτεί υψηλής ανάλυσης εικόνα, στο απαιτούμενο εύρος ζώνης και στο χρόνο που απαιτείται για τη μεταφορά.

Για παράδειγμα, το Αμερικάνικο Κολέγιο Ακτινολόγων έχει καθορίσει δύο κατηγορίες ακτινολογικών εικόνων: μικρής ανάλυσης ή small matrix συστήματα πρέπει να ψηφιοποιούν εικόνες των 500 pixel x 500 pixel x 8 bit , ενώ υψηλής ανάλυσης ή large matrix συστήματα απαιτούν ανάλυση στα 2000 pixel x 2000 pixel x 12 bit.

Έτσι ένα αρχείο στατικής εικόνας σε χαμηλή ανάλυση (υπερηχογράφημα, μαγνητική τομογραφία, πυρηνική ιατρική) έχει μέγεθος περίπου 250 KB. Ενώ μια στατική εικόνα υψηλής ανάλυσης (ψηφιοποιημένα ακτινογραφικά φιλμ και ακτινογραφία σε υπολογιστή) έχει μέγεθος 4 MB, δηλαδή 16 φορές μεγαλύτερη.

Αν ο ακτινολόγος απαιτεί μια εικόνα έγχρωμη 24-bit υψηλής ανάλυσης το μέγεθος του αρχείου θα είναι της τάξης των 12 MB. Ευτυχώς σπάνια οι ακτινολόγοι απαιτούν έγχρωμες εικόνες, όμως η τηλε-δερματολογία απαιτεί υψηλή ανάλυση και βάθος χρωμάτων για να απεικονίσει καθαρά τις αλλοιώσεις του δέρματος.

Σε κάποιες περιπτώσεις μια εικόνα μπορεί να απεικονιστεί απευθείας από μια οικονομική βιντεοκάμερα ή από την έξοδο βίντεο μιας ιατρικής συσκευής όπως είναι ο υπερηχογράφος. Το σήμα της κάμερας τροφοδοτείται στη συνέχεια σε ένα PC μέσω μιας κάρτας βίντεο και με τη χρήση λογισμικού μετατρέπεται σε στατικές εικόνες. Αν απαιτούνται εικόνες υψηλής ανάλυσης τότε ο εξοπλισμός είναι πιο ακριβός αν και οι τιμές παρουσιάζουν πτωτική τάση.

### Βίντεο

Στην αντίληψη μας για το βίντεο καθοριστικό ρόλο έχει παίξει η τηλεόραση, σε βαθμό που μια εικονοδιάσκεψη μεταξύ ασθενή ή φροντιστή και γιατρού θεωρείται κοινή πρακτική στην τηλεϊατρική. Για παράδειγμα όταν χρειαστεί βίντεο για να μεταφερθεί η

κινητικότητα ενός ασθενούς μετά από αντικατάσταση ισχίου συνήθως χρησιμοποιείται ένα εμπορικό σύστημα εικονοδιάσκεψης παρά ένα πιο ακριβό σύστημα εκπομπής τηλεόρασης. Η έξοδος από τέτοια συστήματα πλησιάζουν την ποιότητα εκπομπής.

Ένα σημαντικό θέμα για διεθνείς τηλεσυμβουλές είναι η συμβατότητα των αναλογικών σημάτων βίντεο, και κατ' επέκταση ο εξοπλισμός βίντεο στις διάφορες χώρες. Υπάρχουν δύο format που χρησιμοποιούνται ευρέως για αναλογικό βίντεο:

- Το **σύστημα NTSC** (National Television Standards Committee) που χρησιμοποιείται στη Βόρεια Αμερική και την Ιαπωνία και έχει 525 γραμμές ανά εικόνα και frame rate 25 εικόνες ανά δευτερόλεπτο.
- Το **σύστημα PAL** (Phase Alternating Line) που χρησιμοποιείται στην Ευρώπη, στην Αυστραλία και την Ασία και έχει 625 γραμμές ανά εικόνα και frame rate 25 εικόνες ανά δευτερόλεπτο.

Οι περισσότερες σύγχρονες τηλεοράσεις και βίντεο έχουν την ικανότητα να μετατρέπουν το σήμα από το ένα σύστημα στο άλλο. Το **format CIF** (Common Intermediate Format) δημιουργήθηκε για να παρέχει συμβατότητα ανάμεσα στα NTSC και PAL και προσφέρει χαμηλότερη ανάλυση 288 γραμμών ανά εικόνα και 30 εικόνες ανά δευτερόλεπτο.

### **Συμπίεση Δεδομένων**

Συμπίεση δεδομένων είναι η επεξεργασία της αρχικής πληροφορίας με σκοπό να καταλαμβάνει μικρότερη χωρητικότητα από ότι αρχικά. Συμπίεση μπορεί να εφαρμοστεί σε κάθε είδους δεδομένα δηλαδή, data, ήχου, στατικής και κινούμενης εικόνας. Η συμπίεση δεδομένων για την τηλεϊατρική είναι κρίσιμο ζήτημα και ο λόγος είναι ότι ο όγκος της πληροφορίας που πρέπει να διακινηθεί αλλά και να αποθηκευτεί είναι τεράστιος.

Η συμπίεση μπορεί να πραγματοποιηθεί με την χρήση software και αυτές οι μέθοδοι είναι προτιμότερες συνήθως για συμπίεση κειμένου και στατικής εικόνας, ενώ η συμπίεση μπορεί να πραγματοποιηθεί ταχύτερα με την χρήση Hardware, όπου προτιμάται για τις περιπτώσεις συμπίεσης video, ομιλίας, και ήχου.



Η συμπίεση μπορεί να είναι χωρίς απώλειες, οπότε ο αλγόριθμος συμπίεσης / αποσυμπίεσης (*codec*) είναι αντιστρέψιμος χωρίς την απώλεια δεδομένων ή της πλήρους ανάλυσης της αρχικής εικόνας. Εναλλακτικά ο αλγόριθμος μπορεί να έχει απώλειες οπότε δεδομένα χάνονται για να επιτευχθεί μεγαλύτερος βαθμός συμπίεσης και η αποσυμπίεση δε μπορεί να ανακτήσει την αρχική εικόνα σε πλήρη μορφή.

Συνήθως ο βαθμός απώλειας συμπίεσης είναι 1,5-3:1 ενώ το ισοδύναμο απώλειας μπορεί να φτάσει την αναλογία 20 ή ακόμα και 100:1. Με εξαίρεση κάποιες ακτινολογικές εφαρμογές, οι απώλειες συμπίεσης είναι αποδεκτές στην τηλεϊατρική, όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα.

Τύπος δεδομένων	Μέγεθος στατικής εικόνας	Μέγεθος ασυμπίεστου αρχείου (MB)	Μέγεθος συμπιεσμένου αρχείου (KB)	Βαθμός συμπίεσης
Ακτινογραφία	2000x2000x12	5,7	285	20:1
Εικόνα μικροσκοπικής παθολογίας	800x600x24	1,44	96	15:1
Δερματολογική εικόνα	1280x1024x24	3,9	980	4:1
Σετ CT εικόνων (20 εικόνες)	256x256x8	1,3	650	2:1

Πίνακας 4.2 : Τυπικά παραδείγματα δεδομένων τηλεϊατρικής και βαθμού συμπίεσης [39].

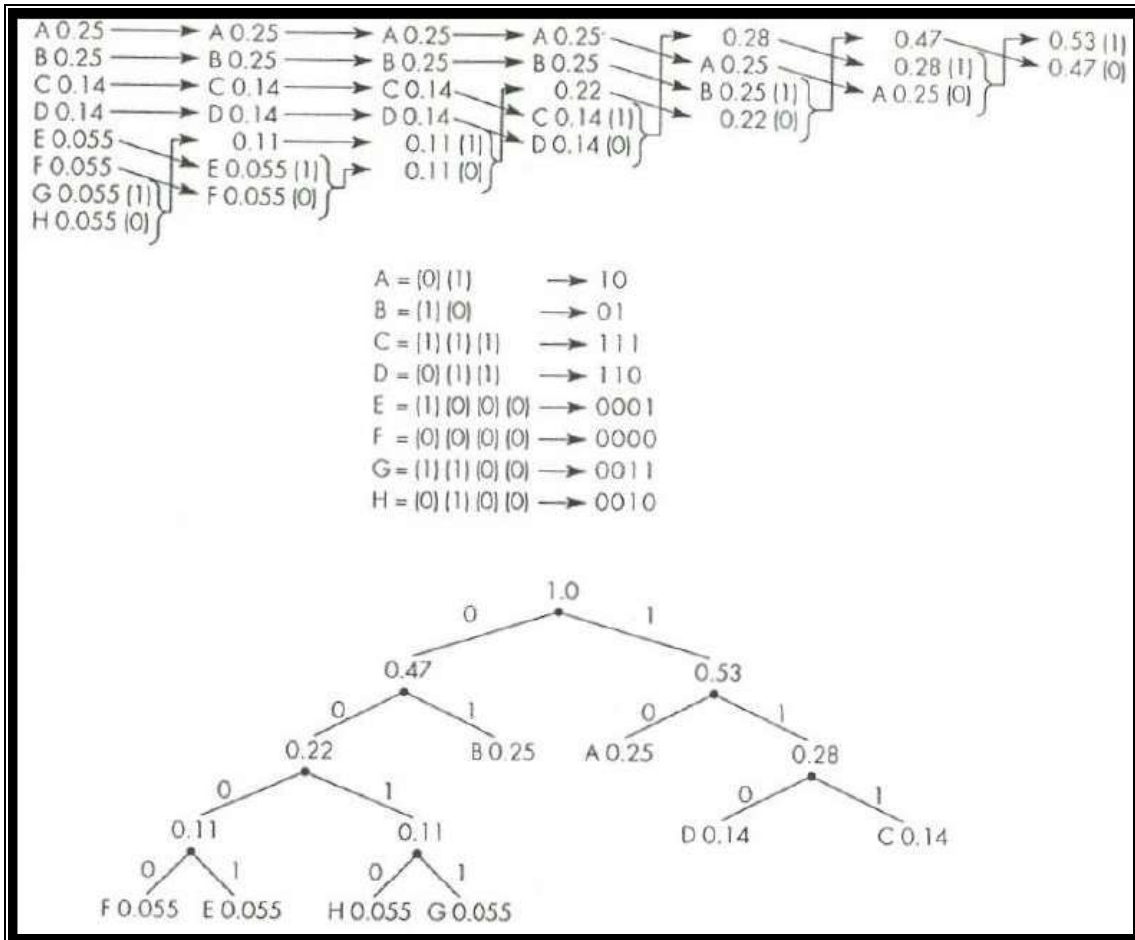
### Συμπίεση κειμένου

Η συμπίεση κειμένου πραγματοποιείται μέσω της μεθόδου της **στατικής κωδικοποίησης Huffman** ενώ πρέπει να υπάρχει μια εκ' των προτέρων γνώση για την στατιστική εμφάνιση του κάθε χαρακτήρα. Σύμφωνα με την μέθοδο αυτή κατασκευάζεται ένα "λεξικό" που αποτελείται από τους κώδικες των γραμμάτων.

Τα κωδικογράμματα δεν έχουν σταθερό μήκος και τα γράμματα που εμφανίζονται με μεγαλύτερη συχνότητα στο κείμενο κωδικοποιούνται με κωδικογράμματα μικρότερου μήκους. Επιπλέον η στατική κωδικοποίηση κατά Huffman έχει την *prefix* ιδιότητα, που σημαίνει ότι τα κωδικογράμματα μικρότερου μήκους δεν αποτελούν ποτέ αρχή

κωδικογραμμάτων μεγαλύτερου μήκους. Επομένως δεν υπάρχει η πιθανότητα να συμβεί κάποιο σφάλμα στην αποκωδικοποίηση.

Για την αποστολή του συμπιεσμένου κειμένου αποστέλλεται πρώτα το λεξικό για να γίνει η ‘‘μετάφραση από τον αποκωδικοποιητή’’, και κατόπιν αποστέλλεται η συμπιεσμένη πληροφορία, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 4.1 : Στατική κωδικοποίηση κατά Huffman [39].

Στην περίπτωση που δεν υπάρχει εκ’ των προτέρων γνώση για την πιθανότητα εμφάνισης του κάθε συμβόλου μπορεί να εφαρμοστεί η **δυναμική κωδικοποίηση Huffman**. Σύμφωνα με αυτήν την μέθοδο κάθε σύμβολο που εμφανίζεται για πρώτη φορά αποστέλλεται ασυμπίεστο. Στην συνέχεια κατασκευάζεται δυναμικά το λεξικό της κωδικοποίησης και ο κάθε χαρακτήρας κωδικοποιείται εκείνη την στιγμή σύμφωνα με την κωδικοποίηση που υπάρχει εκείνη την στιγμή στο λεξικό και μεταβάλλεται για το κάθε γράμμα μέχρι και την αποστολή του τελευταίου συμβόλου.

### Συμπύεση στατικής εικόνας

Η στατική εικόνα χωρίζεται σε δύο κατηγορίες. Η πρώτη κατηγορία αφορά τις γραφικές (graphical) εικόνες ενώ η δεύτερη τις ψηφιακές εικόνες (digitized). Και οι δύο μπορούν να αναπαρασταθούν με την μορφή δισδιάστατου πίνακα. Η διαφορά έγκειται στο γεγονός ότι οι graphical εικόνες δημιουργούνται με την παραγωγή κώδικα σε αντίθεση με τις digitized. Στις εφαρμογές τηλεϊατρικής ασχολούμαστε κατά κύριο λόγο με τις digitized Εικόνες, όπως οι JPEG (Joint Photographic Expert Group).

### JPEG (Joint Photographic Expert Group)

- Υπάρχουν διάφορες μορφές αυτής της κωδικοποίησης. Η πιο διαδεδομένη και εφαρμόσιμη έκδοση η οποία εφαρμόζεται τόσο στην ασπρόμαυρη όσο και στη έγχρωμη εικόνα είναι η baseline mode–lossy sequential mode.
- Υπάρχουν έξι (6) στάδια για να γίνει η κωδικοποίηση:

- 1) image
- 2) block preparation
- 3) Forward DCT
- 4) Quantization
- 5) Entropy encoding
- 6) Framebuilding.

Σύμφωνα με την **Jpeg κωδικοποίηση** η αρχική εικόνα χωρίζεται σε blocks.

Στην περίπτωση της έγχρωμης εικόνας τα blocks εφαρμόζονται και στους τρεις πίνακες των χρωμάτων (Red Green Blue, RGB). Στην συνέχεια μετασχηματίζεται το κάθε block με τον μετασχηματισμό (Discret cosine transform DCT). Ακολουθεί το στάδιο του quantization με το οποίο αποκόπτουμε συχνότητες από τους μετασχηματισμένους πίνακες οι οποίες δεν είναι ορατές από το ανθρώπινο μάτι. Στα δεδομένα που προκύπτουν εφαρμόζεται εντροπική κωδικοποίηση και κατασκευάζονται τα frames τα οποία θα αποσταλούν. Στον αποκωδικοποιητή εφαρμόζεται η αντίστροφη ακριβώς διαδικασία.

## Συμπίεση Video

Το video μαζί με τον ήχο που περικλείει μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ένα πλήθος εφαρμογών που αφορούν την τηλεϊατρική. Τέτοια παραδείγματα αποτελούν το videoconferencing και η αποστολή video ιατρικής εικόνας δια μέσω δικτύου.

Μια άλλη εφαρμογή επίσης θα μπορούσε να είναι η απομακρυσμένη πρόσβαση σε μια βάση δεδομένων που περιέχει ιατρική video εικόνα, με δυνατότητα επιλογής στιγμιότυπων με έλεγχο από μακριά.

Η video εικόνα συνήθως λαμβάνεται σε αναλογική μορφή και στη συνέχεια ψηφιοποιείται. Η μορφή που θα γίνει η ψηφιοποίηση καθώς και η συχνότητα αλλαγής των στιγμιότυπων (frames) καθορίζουν και την ποιότητα της ψηφιακής πλέον εικόνας.

Σε κάθε περίπτωση πάντως η μετάδοση ασυμπίεστου video είναι μια πράξη ασύμφορη και χρονοβόρα και για την συμπίεση της video εικόνας έχουν προταθεί αρκετοί τρόποι πολλοί από τους οποίους σήμερα αποτελούν διεθνή standards.

## Τρόπος συμπίεσης εικόνας

Μιλώντας για εικόνα video στην ουσία μιλάμε για μια ακολουθία στατικών εικόνων οι οποίες εναλλάσσονται πολύ γρήγορα έτσι ώστε το ανθρώπινο μάτι να αντιλαμβάνεται ότι έχουμε κινούμενη εικόνα. *Οι εικόνες που εναλλάσσονται ονομάζονται frames.*

Ένας απλός τρόπος λοιπόν για να συμπίεσουμε την εικόνα video είναι να συμπίεσουμε την κάθε μία από τις στατικές εικόνες που αποτελούν την κινούμενη εικόνα. Ο τρόπος αυτός συμπίεσης ονομάζεται **moving JPEG** ή **MJPEG**. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται συμπίεση η οποία θα είναι σε ποσοστό 10:1 ή 20:1. Το ποσοστό αυτό συμπίεσης όμως δεν είναι ικανοποιητικό μιας και για παράδειγμα για μια σκηνή 3 sec κινούμενης εικόνας εναλλάσσονται 180 frames.

Θα πρέπει να αναζητήσουμε λοιπόν άλλες μεθόδους για να καταφέρουμε να συμπίεσουμε την εικόνα μας ικανοποιητικά. *Η ζητούμενη μέθοδος λοιπόν στηρίζεται στο γεγονός ότι σε κάθε αλλαγή frame το πλάνο χωρίζεται στα τμήματα εκείνα που μένουν ακίνητα με την αλλαγή των frames και στα κινούμενα αντικείμενα.*

Η καινούργια πληροφορία προέρχεται μόνον από τα αντικείμενα εκείνα τα οποία μεταβάλλουν την κίνησή τους ενώ το ακίνητο σκηνικό θα μπορούσε να μεταδοθεί μία

και μόνο φορά μέχρι την στιγμή που θα αλλάξει το πλάνο ή μέχρι την στιγμή που και αυτό θα μεταβάλει την κίνησή του.

Η τεχνική που χρησιμοποιείται ώστε να δείξει την συσχέτιση που έχουν τα γειτονικά frames και στηρίζεται στην πρόβλεψη του περιεχομένου πολλών από τα frames. Η πρόβλεψη αυτή γίνεται από έναν συνδυασμό από προηγούμενα frames και μερικές φορές και από επόμενα. Η ακρίβεια της πρόβλεψης αξιολογείται από την ακρίβεια που θα προσεγγίσουμε την κίνηση ενός αντικειμένου. Η ενέργεια αυτή είναι γνωστή ως ενέργεια κίνησης (motion estimation).

Η πληροφορία που στέλνεται είναι μερικά frames συμπιεσμένα αυτούσια και τα υπόλοιπα τα οποία περιέχουν την πληροφορία ενός πραγματικού frame αν αφαιρέσουμε την πληροφορία που έχουμε προβλέψει για το συγκεκριμένο frame.

Επειδή η πρόβλεψη τα θέσης των κινούμενων αντικειμένων δεν είναι πάντα απόλυτα σωστή χρειάζεται να αποστείλουμε και συμπληρωματικές πληροφορίες για την σωστή θέση του κινούμενου αντικειμένου. Η πληροφορία αυτή αποτελείται από την διαφορά της πραγματικής θέσης του αντικειμένου από αυτήν που είχε προβλεφθεί και ονομάζεται **κίνηση αποζημίωσης (motion compensation)**.

## **MPEG**

Το **Motion Pictures Experts Group** (MPEG) έθεσε τα πρότυπα για την κωδικοποίηση (συμπίεση) πολυμεσικών εφαρμογών που σχετίζονται με την μετάδοση video σε συνδυασμό με τον ήχο. Στην τηλεϊατρική η μετάδοση αποσπασμάτων video τόσο σε πραγματικό όσο και σε μη πραγματικό χρόνο αποτελεί ένα πολύ σπουδαίο εργαλείο, κυρίως για τις εφαρμογές της τηλεχειρουργικής, της τηλεψυχιατρικής αλλά και της τηλεσυνδιάσκεψης με σκοπό την εκπαίδευση προσωπικού σε θέματα υγείας. Οι μορφές κωδικοποίησης MPEG οι οποίες χρησιμοποιούμε στην τηλεϊατρική είναι:

- **MPEG 1:** πρόκειται για εικόνα η οποία μπορεί να φτάσει σε ανάλυση τα 352x288 pixels. Είναι κατάλληλο για αποθήκευση VHS ποιότητας ήχου και εικόνας σε ψηφιακή μορφή. Η ταχύτητα που μπορεί να αποσυμπεστεί στη συνέχεια η κωδικοποιημένη πληροφορία φτάνει τα 1.5 Mbps, ταχύτητα όχι και τόσο ικανοποιητική.

- **MPEG 2:** Η μορφή αυτή είναι κατάλληλη για κωδικοποίηση και μεταφορά ποιότητας studio ήχου και εικόνας. Το format αυτό καλύπτει τέσσερις μορφές ανάλυσης:
  - ▣Low: Καλύπτει ανάλυση 352x288 pixels. Είναι συμβατό με το πρότυπο MPEG 1 και παράγει ποιότητα εικόνας VHS. Ο ήχος που παράγεται είναι ποιότητας CD ενώ η ταχύτητα πρόσβασης είναι τα 4 Mbps.
  - ▣Main: Η ανάλυση που καλύπτει είναι τα 720x576 pixels. Παράγει studio ποιότητα εικόνας ενώ παράγει πολυκάναλο ήχο ποιότητας CD. Η ταχύτητα πρόσβασης φτάνει τα 15Mbps ή τα 20 Mbps.
  - ▣High 1440: Καλύπτει ανάλυση 1440x1152 pixels. Προορίζεται για την τηλεόραση υψηλής ευκρίνειας (HDTV) και ταχύτητα πρόσβασης φτάνει τα 60 ή τα 80 Mbps.
  - ▣High: Καλύπτει ανάλυση 1920x1152 pixels. Προορίζεται για τηλεόραση υψηλής ευκρίνειας με ευρεία οθόνη (wide screen High Definition TV). Εδώ η ταχύτητα πρόσβασης φτάνει τα 80 ή τα 100 Mbps.
- **MPEG 4:** Σχετίζεται με την δυνατότητα να μεταδίδουμε ήχο και εικόνα από κανάλια που έχουν πολύ χαμηλό εύρος ζώνης (4.8–64 Kbps).

### **Συμπύεση της πληροφορίας**

Όπως είδαμε στην προηγούμενη παράγραφο η **κινούμενη εικόνα αποτελείται** στην ουσία από μια σειρά στατικών εικόνων οι οποίες εναλλάσσονται γρήγορα μπροστά από τον θεατή. Στην ουσία αυτό που συμβαίνει είναι ή ότι οι εικόνες αυτές ή αλλιώς τα στιγμιότυπα αυτά μοιάζουν αρκετά μεταξύ τους αφού εάν το πλάνο παραμένει σταθερό, υπάρχει ένα κομμάτι στην εικόνα το οποίο δεν μεταβάλλεται ενώ κάποια στοιχεία στην εικόνα μεταβάλλονται με την έννοια της μετακίνησης.

Για παράδειγμα ένα αυτοκίνητο το οποίο τρέχει μπροστά από ένα κτίριο, για όσο χρονικό διάστημα κρατάει αυτή η σκηνή το κτίριο παραμένει σταθερό και αμετακίνητο καθ' όλη τη διάρκεια, ενώ το αυτοκίνητο μετακινείται μέσα στο πλάνο προς τα μία κατεύθυνση. Μια τυπική τιμή εναλλαγής των καρέ είναι τα δεκαπέντε καρέ το δευτερόλεπτο ενώ η συγκεκριμένη σκηνή μπορεί να διαρκέσει αρκετό χρονικό διάστημα.

Αν για όσο χρονικό διάστημα διαρκεί αυτή η σκηνή κωδικοποιηθούν οι μετακινήσεις που γίνονται ενώ κωδικοποιηθεί μία μόνο φορά το στατικό κομμάτι της εικόνας τότε υπάρχει τεράστιο κέρδος. Επιπλέον οι μετακινήσεις αυτές μπορούν να κωδικοποιηθούν με την χρήση διανυσμάτων.

*Το συμπέρασμα από τα παραπάνω είναι ότι η συμπίεση για παράδειγμα μιας ταινίας θα απαιτούσε την γνώση του περιεχομένου αυτής, αφού σε κάθε καινούργιο πλάνο θα πρέπει να κωδικοποιηθεί ξανά ολόκληρη η σκηνή της μιας και δεν θα υπάρχει πλέον σταθερό κομμάτι της εικόνας. Αυτό είναι κάτι το οποίο δεν ικανοποιείται αφού η κωδικοποίηση video θα πρέπει να γίνεται ανεξάρτητα του περιεχομένου του.*

Τα frames (καρέ) κωδικοποιούνται είτε ως I frames (Intracoded frames) τα οποία κωδικοποιούνται ανεξάρτητα, είτε ως Predictive frames τα οποία χωρίζονται στα P (predictive) και τα B (bidirectional) frames [39].

Η επόμενη παράγραφος αναφέρεται στα συστήματα ασύρματης τηλεϊατρικής.

### 4.3 Συστήματα Ασύρματης Τηλεϊατρικής

Σε αυτή την ενότητα θα περιγράφονται εν συντομία οι βασικές ασύρματες τεχνολογίες που έχουν χρησιμοποιηθεί σε ασύρματα συστήματα τηλεϊατρικής, δηλαδή GSM, μέσω δορυφόρου, και ασύρματο LAN (WLAN). Τα συστήματα αυτά συνοψίζονται στον πίνακα 4.3.

Type	Sub-type	Frequency band	Data transfer rates
GSM	GSM-900	900MHz	9.6 – 43.3 kbps
	GSM-1800	1800MHz	9.6 – 43.3 kbps
	GSM-1900	1900MHz	9.6 – 43.3 kbps
GPRS	GPRS	900/1800/1900 MHz	171.2 kbps
Wireless LAN	IEEE 802.11a	5GHz	20 Mbps
	IEEE 802.11b	2.4GHz	11 Mbps
	Hiperlan1	5GHz	20 Mbps
	Hiperlan2	5GHz	54 Mbps
	Bluetooth	2.4GHz	723.2 Mbps
Satellite	ICO	C, S band	2.4 kbps
	Globalstar	L, S, C band	7.2 kbps
	Iridium	L, Ka band	2.4 kbps
	Cyberstar	Ku, Ka band	400 kbps-30 Mbps
	Celestri	Ka band and 40-50 GHz	155 Mbps
	Teledesic	Ka band	16 kbps - 64 Mbps
	Skybridge	Ku band	16 kbps – 2 Mbps

**Πίνακας 4.3 : Βασικά Standards Ασύρματων Τηλεπικοινωνιακών Συστημάτων [46]**

Το σύστημα GSM (Global System for Mobile Communications) σήμερα σε χρήση, και είναι η δεύτερης γενιάς (2G) του δικτύων κινητών επικοινωνιών και παρέχει δεδομένα μεταφορά ταχύτητες έως και 9,6 kbps.

Μέ τα χρόνια έγινε εισαγωγή μίας νέα τεχνικής στο πρότυπο GSM που ονομάζεται High Speed Circuit Switched Data (**HSCSD**). Αυτή η τεχνολογία καθιστά δυνατή τη χρησιμοποίηση πολλών χρονοθυρίδων ταυτόχρονα κατά την αποστολή ή τη λήψη δεδομένων, έτσι ώστε ο χρήστης να αυξάνει τα δεδομένα μετάδοσης έως 14,4 kbps (αύξηση 50%) ή ακόμα και να τα τριπλασιάζει σε 43,3 kbps.

Η εξέλιξη των κινητών τηλεπικοινωνιακών συστημάτων από 2G σε 2.5G (iDEN 64 kbps, GPRS 171 kbps, EDGE 384 kbps) και στη συνέχεια σε 3G (W CDMA, CDMA2000, TD-CDMA) συστήματα θα διευκολύνει την παροχή σε ταχύτερους ρυθμούς μεταφοράς δεδομένων επιτρέποντας έτσι *την ανάπτυξη των συστημάτων τηλεϊατρικής που απαιτούν υψηλές ταχύτητες μεταφοράς δεδομένων που στις μέρες μας είναι εφικτή μόνο για δίκτυα ενσύρματης επικοινωνίας.*

Τα δορυφορικά συστήματα είναι σε θέση να παρέχουν ταχύτητες μεταφοράς δεδομένων ξεκινώντας από 2,4 kbps έως και 2x64 kbps ή και ακόμη περισσότερο. Οι δορυφορικές συνδέσεις παρουσιάζουν αρκετά πλεονεκτήματα σε θέματα λειτουργίας.

Το **WLAN** (Wireless Local Area Network) είναι ένα ευέλικτο σύστημα επικοινωνίας δεδομένων υλοποιήσιμο ως προς την προέκταση ή ακόμη και ως εναλλακτική λύση για ένα ενσύρματο LAN (Local Area Network).

Με τη χρήση ραδιοσυχνοτήτων (RF), τα WLANs αξιοποιούν τη μετάδοση και λήψη δεδομένων μέσω του αέρα, ελαχιστοποιώντας την ανάγκη για ενσύρματες συνδέσεις. Επομένως συνδυάζουν στοιχεία σύνδεσης με τον χρήστη κινητικότητας, ενώ είναι πολύ δημοφιλή σε πολλές κάθετες αγορές, συμπεριλαμβανομένης της υγειονομικής περίθαλψης, του λιανικού εμπορίου, των κατασκευών, της αποθήκευσης και της ακαδημαϊκής κοινότητας.

Οι βιομηχανίες έχουν επωφεληθεί από την αύξηση της παραγωγικότητας από τη χρήση φορητών τερματικών σε φορητούς υπολογιστές, οι οποίοι μεταδίδουν πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο σε κεντρικούς οικοδεσπότες για επεξεργασία.



Σήμερα, τα ασύρματα τοπικά δίκτυα είναι όλο και πιο ευρέως αναγνωρισμένα ως εναλλακτική λύση συνδεσιμότητας για ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών μιας και αυτή η τεχνολογία θα διεισδύσει στον τομέα της υγείας στο εγγύς μέλλον [46].

Άλλες κατηγορίες ασύρματων δικτύων στη τηλεϊατρική είναι οι παρακάτω:

### **WPAN (Wireless Personal Area Network)**

Η τεχνολογία WPAN χρησιμοποιεί εφαρμογή **Zigbee**<sup>2</sup> ή **Bluetooth**<sup>3</sup> πρότυπα που κερδίζουν σε δημοτικότητα για συστήματα ασύρματης σύνδεσης. Ένας αριθμός σε φυσιολογικά συστήματα παρακολούθησης έχει προταθεί και αναπτυχθεί σε κλινικό περιβάλλον.

Εκτός από την παρακολούθηση των ασθενών τα συστήματα αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παρακολούθηση των ασθενών σε περιπτώσεις όπου η πληροφορία της τοποθεσίας είναι απαραίτητη, όπως η μάζα περιστατικών ατυχημάτων. Ξεκίνησε σύμφωνα με το Project Bluetooth Emission το 1994, και η Bluetooth τεχνολογία θεωρείται Wireless Personal Area Network (WPAN).

Το **Bluetooth** λειτουργεί σε συχνότητες που κυμαίνονται από 2402 έως 2480MHz με εύρος ζώνης καναλιού το 1MHz στις ΗΠΑ ενώ ο ρυθμός δεδομένων ορίζεται στα 720 kbps ανά χρήστη. Το Bluetooth είναι μια τεχνολογία που έχει σχεδιαστεί για την αντικατάσταση του καλωδίου και μικρή απόσταση ad-hoc σύνδεση.

Ένα δίκτυο Bluetooth, μπορεί να είναι σχηματίζεται από έναν κύριο, μέχρι 8 ενεργούς σκλάβους και μέχρι 255 σταθμευμένους σκλάβους. Μετά την εγκατάσταση σύνδεσης, ένας σκλάβος συγχρονίζει τη μεταπήδηση συχνοτήτων στο χρονόμετρο του πλοίαρχου και στη συνέχεια περιμένει ενημέρωση από τον πλοίαρχο για τη μετάδοση.

Μια άλλη τεχνολογία που χρησιμοποιεί σε WPANs είναι το **Zigbee**, δηλαδή το λεγόμενο πρωτόκολλο IEEE 802.15.4 που είναι ένα εξαιρετικά χαμηλής ισχύος, χαμηλού ρυθμού δεδομένων που χρησιμοποιείται για την παρακολούθηση και τον έλεγχο των αιτήσεων.

---

<sup>2</sup> είναι μια προδιαγραφή για μια σειρά από υψηλού επιπέδου πρωτόκολλα επικοινωνίας με τη χρήση μικρών, χαμηλής ισχύος ψηφιακών ραδιοφώνων με βάση ένα πρότυπο IEEE 802 για προσωπικά δίκτυα περιοχής.

<sup>3</sup> είναι ένα βιομηχανικό πρότυπο για ασύρματα προσωπικά δίκτυα υπολογιστών (Wireless Personal Area Networks, WPAN).

Συσκευές που χρησιμοποιούν Zigbee έχουν λιγότερο από 1% του χρόνου ζωής σε ενεργή κατάσταση. Στο μεγαλύτερο μέρος της ζωής, οι συσκευές είναι σε κατάσταση νάρκης για εξοικονόμηση ενέργειας της συσκευής.

Ένα δίκτυο Zigbee μπορεί να αποτελείται από τρεις τύπους συσκευών οι οποίες είναι: συντονιστής PAN (Personal Area Network), Full Function Device και Μειωμένη Συσκευή Λειτουργίας. Ο αριθμός των κόμβων σε ένα δίκτυο μπορεί να είναι ως και 65.000 κόμβους.

Με πολλά πλεονεκτήματα όπως η χαμηλή κατανάλωση ενέργειας, το μικρό μέγεθος, απλό πρωτόκολλο, ευρεία συμβατότητα, και ούτω καθεξής, εφαρμόζεται σε πολλές ιατρικές εφαρμογές, όπως το σύστημα τηλεϊατρικής, διεισδυτική και συνεχής παρακολούθηση των ασθενών και ολοκληρωμένη ασύρματη ιατρική συσκευή.

Για παράδειγμα, σε ένα ατύχημα ή καταστροφή μάζας, ο γιατρός μπορεί να τοποθετήσει μικροσκοπικούς αισθητήρες σε κάθε ασθενή για να σχηματίσουν ένα δίκτυο ad hoc με χρήση Bluetooth, μετεγκατάστασης σε συνεχή δεδομένα ζωτικής σημασίας σημάδι σε πολλαπλές συσκευές λήψης (π.χ. PDAs που μεταφέρονται από τους γιατρούς ή τους σταθμούς βάσης laptop σε ασθενοφόρα).

Ένα άλλο παράδειγμα για την εφαρμογή του Bluetooth, είναι τα ασύρματα ηλεκτροεγκεφαλογραφήματα (electroencephalography, EEG) μέσω διαπροσωπικής ασύρματης σύνδεσης Bluetooth για την μεταφορά EEG σε PDA (Personal Digital Assistance) [47].

Τα φορητά συστήματα ελέγχου στην τηλεϊατρική περιγράφονται παρακάτω.

#### **4.4 Φορητά συστήματα ελέγχου στην τηλεϊατρική**

Η επιτυχής χρησιμοποίηση τόσο των φορητών συστημάτων όσο και του συνολικού συστήματος τηλεφροντίδας, προϋποθέτει την ύπαρξη και εφαρμογή βασικών προτύπων. Γενικότερα αναφερόμαστε στον υπόλοιπο εξοπλισμό μεταφοράς της πληροφορίας, δηλαδή τα μέσα συλλογής και μετάδοσης πληροφοριών όπου το προσωπικό θα πρέπει να είναι εξειδικευμένο στην υπάρχουσα τεχνολογία και θα τα υποστηρίζει [48].

Το πλάνο λειτουργίας εντός του νοσοκομείου ή των ιατρικών κέντρων είναι η ύπαρξη μιας θέσης ελέγχου που να είναι ανάλογη με του εξοπλισμού που να παρακολουθεί τα εισερχόμενα δεδομένα.

Οι χειριστές των Η/Υ θα πρέπει να είναι γνώστες του αντικειμένου έχοντας την απαραίτητη εκπαίδευση και εξειδίκευση. Οι απαιτούμενοι γιατροί θα πρέπει και αυτοί να μπορούν να χρησιμοποιούν την εισερχόμενη πληροφορία και να λάβουν την βέλτιστη απόφαση για την υγεία του ασθενούς.

Ένα ευφύς φορητό σύστημα θα πρέπει να είναι ελαφρύ και άνετο και να έχει μικρή κατανάλωση ενέργειας, ενώ το κόστος του πρέπει να είναι μικρό και να είναι απλό στη χρήση. Θα πρέπει επίσης να παρουσιάζει ενσωματωμένη ικανότητα επεξεργασίας και σύστημα συναγερμού, όπως επίσης επιπλέον θα πρέπει να είναι αρκετά ανθεκτικό σε συνθήκες καταπόνησης [49].

Η πρόοδος στις επιστήμες και στις τεχνολογίες π.χ μικρό-και νανοτεχνολογίες έχει δώσει νέες δυνατότητες στην κατασκευή και εφαρμογή βιοαισθητήρων που είναι αόρατοι και πολύ αποτελεσματικοί.

Στις ημέρες μας στην παγκόσμια αγορά υπάρχει ένας περιορισμένο πλήθος τεχνολογιών που αφορούν ευφυή φορητά βιοιατρικά συστήματα και σαν παράδειγμα μπορούμε να αναφέρουμε το **Lifeshirt της Αμερικάνικης εταιρείας VIVOMETRICS** που αποτελεί το πλέον αναπτυγμένο και κλινικά δοκιμασμένο φορητό ιατρικό σύστημα με αδιάλειπτη παρακολούθηση ασθενών, καταγράφοντας και αποθηκεύοντας όλες τις αναπνευστικές και καρδιακές παραμέτρους.

Είναι επίσης το πρώτο σύστημα μη επεμβατικής συνεχούς παρακολούθησης που μπορεί να συλλέξει δεδομένα, δημιουργώντας μια συνεχή εικόνα –προφίλ της υγείας του ατόμου, ενώ αυτό εκτελεί κανονικά όλες τις καθημερινές δραστηριότητες [50].

Οι χρήστες είναι σε θέση να φορούν ένα ελαφρύ ένδυμα το οποίο να πλυθεί κανονικά και σε πλυντήριο και στο οποίο είναι ενσωματωμένοι αισθητήρες που συλλέγουν στοιχεία που αφορούν την καρδιοπνευμονική λειτουργία του οργανισμού και μπορεί να συνδυαστεί με προαιρετικές περιφερειακές συσκευές και να παρακολουθεί τις παρακάτω λειτουργίες: ηλεκτροκαρδιογράφημα, ηλεκτρο-μυογράφημα, περιοδική κίνηση ποδιών, θερμοκρασία σώματος, κορεσμός οξυγόνου αίματος, πίεση CO<sub>2</sub> στο αίμα, αρτηριακή πίεση και βήχας.

Η καρδιά του συστήματος Lifeshirt είναι μια τεχνολογία παρακολούθησης, που στηρίζεται στην επαγωγική μέθοδο της πληθυσμογραφίας (plethysmography).

Το υπό παρακολούθηση άτομο μπορεί να αναφέρει μάλιστα από μόνο του τα συμπτώματα, δραστηριότητες καθώς και τη φαρμακευτική του αγωγή που μπορεί να λάβει από ένα φορητό υπολογιστή παλάμης (PDA, Personal Digital Assistant) που είναι συνδεδεμένος με γιλέκο. Το σύστημα μπορεί επίσης να περιλαμβάνει ένα ηλεκτρονικό ημερολόγιο των ασθενών (Vivolog Digital Diary), όπου μπορούν να καταγράφονται τα δεδομένα του χρήστη.

Το **Lifeshirt Sleep Diagnosis** μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για την παρακολούθηση του ύπνου με αποτέλεσμα να βελτιώνεται η ταχύτητα, η ποιότητα και η οικονομική απόδοση των μελετών ύπνου, αφού πλέον οι ασθενείς μπορούν να παρακολουθούνται από το σπίτι τους. Επίσης είναι σημαντική η χρήση του Lifeshirt Sleep Diagnosis σε ότι αφορά την ανίχνευση της Obstructive Sleep Apnea (OSA).

Το Lifeshirt είναι ένα άνετο ένδυμα το οποίο μπορεί να παρέχει μια υψηλής ποιότητας συλλογή δεδομένων σε άνετο για τον ασθενή περιβάλλον αντικαθιστώντας την πιθανόν δυσάρεστη εξέταση στο εργαστήριο [52].

Το **Vivo Responder** είναι ένα ακόμη φορητό σύστημα παρακολούθησης που μπορεί σε πραγματικό χρόνο να συγκεντρώσει στοιχεία ζωτικής σημασίας (αναπνευστικά, καρδιακά καθώς και άλλους φυσιολογικούς δείκτες) πριν κατά τη διάρκεια και μετά από κάποια δραστηριότητα.

Αφορά ομάδες που εκτελούν επικίνδυνες και δύσκολες εργασίες-αποστολές, όπως πυροσβέστες και το προσωπικό των σωμάτων ασφαλείας [53].

Περιλαμβάνει ένα ελαφρύ και άνετο ιμάντα εφαπτόμενο στο θώρακα, που παρέχει φυσιολογικά δεδομένα σε πραγματικό χρόνο και είναι σχεδιασμένο ώστε να αντέχει ακόμη και σε πιο καταπονητικά περιβάλλοντα [53].

Η επόμενη παράγραφος αναφέρεται στα συστήματα επείγουσας τηλεϊατρικής.

#### **4.5 Συστήματα Επείγουσας Τηλεϊατρικής**

Η δυνατότητα να δει ο ειδικός από απόσταση, εικόνες ή video του παρέχει τη δυνατότητα να μεταδώσει την εμπειρία του έτσι ώστε να μπορεί να προβεί σε εκτίμηση και να λάβει διαγνωστικές και θεραπευτικές αποφάσεις, βασισμένος όχι μόνο στη μετάδοση του ήχου αλλά και εικόνας.

*Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα η προετοιμασία του νοσοκομείου να είναι ταχύτερη και εστιασμένη στις ανάγκες του συγκεκριμένου ασθενούς. Επιπλέον το περιστατικό θα κατευθύνεται προς νοσοκομεία με την κατάλληλη υποδομή, ενώ η έναρξη της θεραπείας μπορεί να γίνεται ενώ ο ασθενής βρίσκεται ακόμη καθ' οδόν.*

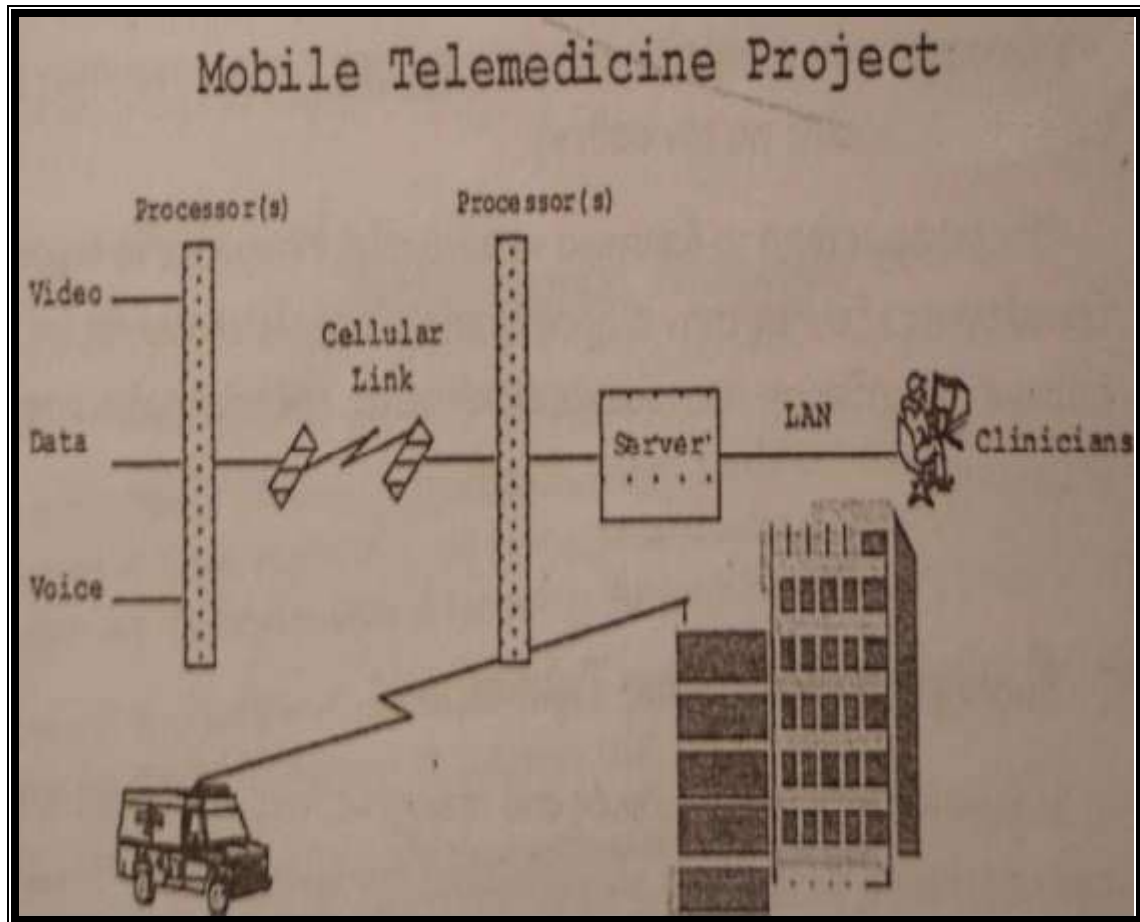
Οι ασύρματες επικοινωνίες και η κινητή τηλεφωνία με τη σειρά τους παίζουν ένα σημαντικό ρόλο στην προνοσοκομειακή φροντίδα, καλύπτοντας την ανάγκη on-line διοικητικής και ιατρικής επικοινωνίας. Παρότι η μετάδοση φωνής ήταν η ισχύουσα πρακτική τις τελευταίες δεκαετίες, οι τεχνολογικές εξελίξεις των τελευταίων ετών στις ασύρματες τηλεπικοινωνίες και οι αναμενόμενες στα επόμενα, έχουν επιτρέψει τη μετάδοση δεδομένων μεταξύ κινούμενων ασθενοφόρων και ειδικών ιατρών.

Η μετάδοση δεδομένων μέσω κινητής τηλεφωνίας και δικτύων παρέχει μία οικονομική λύση, με ευρεία γεωγραφική κάλυψη και ασφάλεια μετάδοσης. Παρόλα αυτά, υπάρχει μια σειρά θεμάτων που σχετίζονται με τη μετάδοση video από κινούμενο ασθενοφόρο. Τα πιο σημαντικά προβλήματα που παρουσιάζονται είναι το διατιθέμενο bandwidth (ο όγκος δηλαδή των δεδομένων που μεταδίδονται σε δεδομένο χρόνο) και το κατά πόσο είναι εφικτή η μετάδοση.

Εκτός των περιορισμών που θέτει το χαμηλό bandwidth στην ποιότητα και τη ροή της εικόνας, πρέπει να ληφθούν υπόψη στο σχεδιασμό, δυσκολίες στη σύνδεση και την ποιότητα. Σαν αποτέλεσμα, μοντέλα συμπίεσης video όπως το MPEG είναι δύσκολο να αξιοποιηθούν για τις ανάγκες της εφαρμογής, που απαιτεί για παράδειγμα επιλογή συγκεκριμένων τμημάτων video για μετάδοση μέσα από το περιορισμένο bandwidth.

Στο Πανεπιστήμιο του Maryland σχεδιάστηκε ένα σύστημα τηλεϊατρικής χρησιμοποιώντας το μέγιστο δυνατό αριθμό δοκιμασμένων, εμπορικά διαθέσιμων προϊόντων. Το σύστημα αποτελείται από δύο βασικά συστατικά: μία φορητή μονάδα για χρήση στα ασθενοφόρα και ένα σταθμό λήψης στο νοσοκομείο, με σύνδεση με το εσωτερικό του δικτύου των υπολογιστών.

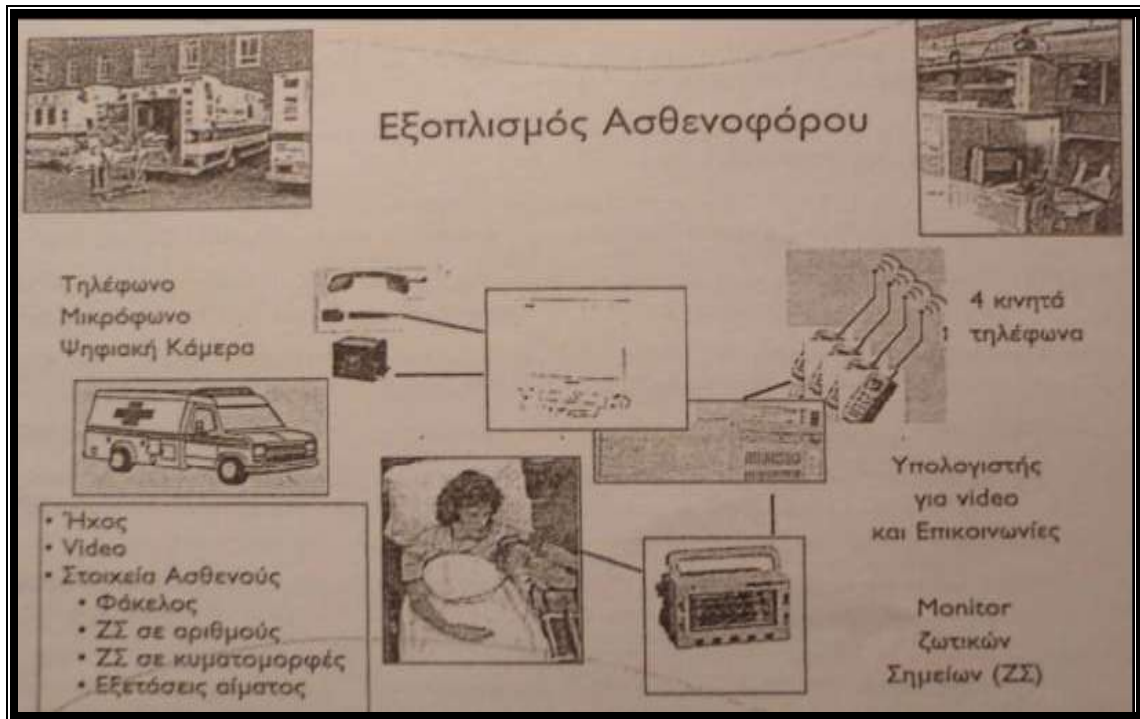
Η παρακάτω εικόνα απεικονίζει το συνολικό σχεδιασμό του συστήματος και τη ροή πληροφοριών σε αυτό, ενώ τα δεδομένα που περιέχουν video, εικόνες και βιοσήματα του ασθενούς μεταδίδονται χωριστά από τη φωνή.



Εικόνα 4.2 : Σχηματική απεικόνιση του συστήματος [39]

Η αρχιτεκτονική του συστήματος, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα ενσωματώνει τις ακόλουθες συσκευές μέσα στο ασθενοφόρο:

- Ψηφιακή κάμερα, τηλεόραση, μικρόφωνο.
- Εξοπλισμό παρακολούθησης ζωτικών σημάτων.
- Υπολογιστή τύπου tablet με οθόνη αφής και λογισμικό αναγνώρισης γραφής με το χέρι.
- Σύστημα για τη διαχείριση του σήματος μέσω της παράλληλης σύνδεσης 2-8 ψηφιακών συσκευών κινητής τηλεφωνίας.



**Εικόνα 4.3 : Αρχιτεκτονική Ασθενοφόρου [39]**

Ο υπολογιστής του ασθενοφόρου συνδυάζει τα βιοσήματα του ασθενούς και τα δεδομένα που εισάγει το πλήρωμα του ασθενοφόρου και τα ενσωματώνει στην εικόνα video που λαμβάνει το νοσοκομείο.

Ένα ανεξάρτητο σύστημα καταγραφής video μέσα στο ασθενοφόρο καταγράφει την εικόνα και τον ήχο, ώστε να είναι δυνατή η μεταγενέστερη σύγκριση με τις μεταδιδόμενες στο νοσοκομείο πληροφορίες.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι για τη μετάδοση δεδομένων χρησιμοποιείται *παράλληλη συνδεσμολογία κινητών τηλεφώνων* (με ταυτόχρονη μετάδοση) για βέλτιστη απόδοση. Δυστυχώς, το χαμηλό bandwidth της κινητής τηλεφωνίας περιορίζει τον αριθμό των δεδομένων που μπορούν να σταλούν σε “πραγματικό χρόνο” στο νοσοκομείο.

Παρότι πολλά ζωτικά σήματα αντιπροσωπεύονται από αριθμούς (πχ. καρδιακός ρυθμός, τελοεκπνευστικό CO<sub>2</sub>, κτλ) και έτσι δεν απαιτούν υψηλό bandwidth, ενώ αξίζει να σημειωθεί ότι το εύρος που απαιτείται για εικόνες video, ήχους και κυματομορφές όπως το καρδιογράφημα είναι πολύ υψηλότερο.

Στην πλευρά του νοσοκομείου, τα δεδομένα λαμβάνονται μέσω κοινών τηλεφωνικών συνδέσεων με συμβατικά modems και αποθηκεύονται σε ένα διακομιστή και

προδιαγραφές ασφαλείας. Τα δεδομένα στο διακομιστή αποθηκεύονται σε μία βάση δεδομένων (Microsoft SQL) που συνεργάζεται με έναν άλλο διακομιστή (Microsoft Internet Information Server) και με τον τρόπο αυτό τα δεδομένα είναι διαθέσιμα στο εσωτερικό δίκτυο του νοσοκομείου.

Επομένως οι γιατροί με τη χρήση ενός κοινού προγράμματος πλοήγησης διαδικτύου με το οποίο είναι εξοικειωμένοι έχουν πρόσβαση στα δεδομένα του ασθενοφόρου σε πραγματικό χρόνο από τους υπολογιστές του γραφείου τους, μέσω του τοπικού δικτύου του νοσοκομείου [39].

Στο επόμενο κεφάλαιο αναφέρονται οι δορυφορικές επικοινωνίες στην τηλεϊατρική.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

### 5. Δορυφορικές Επικοινωνίες στην Τηλεϊατρική

#### 5.1 Κατηγορίες δορυφόρων

Η πρώτη κατηγορία είναι οι τηλεπικοινωνιακοί δορυφόροι, οι οποίοι διεκπεραιώνουν τηλεφωνικές συνδιαλέξεις, με αναμετάδοση τηλεοπτικών προγραμμάτων και δεδομένων. Σε παγκόσμιο επίπεδο κυριαρχούν δύο οργανισμοί, στη δικαιοδοσία των οποίων περιλαμβάνονται η κατασκευή, η λειτουργία και η δημιουργία δικτύου δορυφόρων ο **Intelsat** (International Telecommunications Satellite Organization, Διεθνής Οργανισμός Τηλεπικοινωνιακών Δορυφόρων) και ο **Inmarsat** (International Maritime Satellite Organization Διεθνής Οργανισμός Δορυφόρων Θαλάσσιας Τηλεπικοινωνίας). Σε αυτούς συμμετέχει και η Ελλάδα, που ωστόσο εξυπηρετεί ένα μικρό ποσοστό των τηλεπικοινωνιών της, μέσω δορυφόρων. Σε ευρωπαϊκό επίπεδο λειτουργεί από το 1983 ο **Eutelsat** (Ευρωπαϊκός Οργανισμός Τηλεπικοινωνιακών Δορυφόρων).

Τα κράτη-μέλη των τριών αυτών οργανισμών συναντούσαν, έως τα τέλη της δεκαετίας του 1980, περιορισμούς ως προς τη χρήση των δορυφόρων τόσο μετά από μίσθωση όσο και από τους επίγειους σταθμούς μετάδοσης. Οι τεχνολογικές εξελίξεις, όμως, που προσφέρουν εναλλακτικά των δορυφόρων άλλα τηλεπικοινωνιακά μέσα, φθηνότερα και υψηλότερης ποιότητας (π.χ. οπτικές ίνες), καθώς και ο διεθνής ανταγωνισμός οδηγούν από τις αρχές της δεκαετίας του 1990 τη δορυφορική τηλεπικοινωνία σε μια φάση σταδιακής απελευθέρωσης (άρση περιορισμών κ.λ.π.).

*Οι τηλεπικοινωνιακοί δορυφόροι της δεκαετίας αυτής είναι εξοπλισμένοι με βελτιωμένα ηλεκτρονικά κυκλώματα και έχουν μεγαλύτερη διάρκεια λειτουργίας και δυνατότητα διεκπεραίωσης όλων των τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών.*

Οι **δορυφόροι Intelsat** μεταδίδουν ραδιοφωνικά και τηλεοπτικά προγράμματα και διεκπεραιώνουν μεγάλο ποσοστό της διεθνούς τηλεφωνίας όπως συνδιαλέξεις, τέλεξ, τέλεφαξ, μετάδοση δεδομένων. Το 1994 λειτουργούσαν συνολικά 19 δορυφόροι Intelsat, με τους οποίους βρίσκονται σε επαφή 2.700 επίγειοι σταθμοί.

Οι **δορυφόροι Inmarsat** εξυπηρετούν κινητούς σταθμούς όπως πλοία και αεροπλάνα παρέχοντας, επίσης, υπηρεσίες τηλεφωνίας. Επίσης να σημειωθεί ότι τοποθετούνται γενικά σε γεωστατική τροχιά, δηλαδή σε απόσταση 36.000 χλμ από τη Γη, στο επίπεδο του Ισημερινού.

**Η δεύτερη κατηγορία είναι οι δορυφόροι πλοήγησης**, που αποτελούν τη βάση ενός συστήματος προσανατολισμού και καθορισμού πορείας, με εφαρμογή στα αεροπλάνα και στα πλοία. Το σύστημα αυτό, που είναι ταχύτερο και ακριβέστερο από τα άλλα συστήματα πλοήγησης, έχει εφαρμοστεί και για τον προσανατολισμό και τον καθορισμό της πορείας αυτοκινήτων επιβατικών και φορτηγών.

Σε παγκόσμιο επίπεδο η πλοήγηση μέσω δορυφόρων διεξάγεται από τους δορυφόρους του Παγκοσμίου Συστήματος Εντοπισμού (**Global Positioning System**) των ΗΠΑ, που έχουν τη δυνατότητα να προσδιορίζουν τη θέση πλοίων και αεροπλάνων σε οποιοδήποτε σημείο της Γης όλο το 24ωρο.

**Οι δορυφόροι γεωλογικών ερευνών**, από τη μεριά τους χρησιμοποιούνται τόσο για τον εντοπισμό ορυκτών κοιτασμάτων και την παρατήρηση γεωλογικών σχηματισμών όσο και για τη συλλογή σεισμολογικών δεδομένων. Προς την κατεύθυνση αυτή σημαντική είναι και πάλι η συμβολή των δορυφόρων του Παγκοσμίου Συστήματος Εντοπισμού, που συνδέονται με επίγειους σταθμούς και εντοπίζουν τις μικρομετατοπίσεις των τμημάτων του φλοιού της γης. Τα στοιχεία που μεταδίδουν χρησιμοποιούνται για τη σαφή διάκριση κύριων και δευτερεύουσων σεισμογενών ζωνών, ενώ θεωρείται ότι θα βοηθήσουν μελλοντικά στη πρόβλεψη των σεισμών.

Από το 1994 η Ελλάδα συμμετέχει μέσω του Γεωδυναμικού Ινστιτούτου Αθηνών στο πρόγραμμα της Ευρωπαϊκής Ένωσης “Δορυφορική Μετάδοση Σεισμολογικών Δεδομένων κατά μήκος της Μεσογείου”, στο οποίο συμμετέχουν και ανάλογα ιδρύματα άλλων μεσογειακών χωρών. Ο **δορυφόρος Αργώ**, που βρίσκεται ήδη σε τροχιά, θα συνδέεται με 20 επίγειους σεισμολογικούς σταθμούς και θα έχει ως βασική αποστολή:

- α) Τη παρακολούθηση της σεισμικής δραστηριότητας στις εστίες της νότιας Ευρώπης και την έγκαιρη αντιμετώπιση σεισμικών εξάρσεων.
- β) Τη χαρτογράφηση του φλοιού της γης σε όλη τη Μεσόγειο, τον εντοπισμό ζωνών υψηλής ή χαμηλής απορρόφησης της σεισμικής ενέργειας καθώς και την πορεία των λεγόμενων σεισμικών ακτίνων.

- γ) Τη παρακολούθηση της εξέλιξης σεισμικών φαινομένων και την καταγραφή τους για τη δημιουργία βάσης σεισμολογικών δεδομένων σε ευρωπαϊκό επίπεδο. Επόμενος στόχος του προγράμματος είναι η χρησιμοποίηση των δεδομένων αυτών για έγκαιρη και ακριβή πρόβλεψη των σεισμών.

**Άλλη σημαντική κατηγορία είναι οι επιστημονικοί και ερευνητικοί δορυφόροι** που ερευνούν τον περιγήινο διαστημικό χώρο και στην κατηγορία αυτή εντάσσονται οι:

- **ISEE** (Διεθνείς Δορυφόροι Εξερεύνησης Γης και Ήλιου) 1 και 2, που εκτοξεύτηκαν το 1977, και ο ISEE 3 το 1978, που εξερεύνησαν τη μαγνητόσφαιρα της Γης. Ο τελευταίος αργότερα μετονομάστηκε σε Διεθνή Εξερευνητή Κομητών (ICE) και μετακινήθηκε από την τροχιά του για να πλησιάσει το 1985 τον κομήτη Τζιακομπίνι-Ζίνερ και το 1986 τον κομήτη Χάλεϊ και να στείλει φωτογραφίες και στοιχεία στη Γη.
- **Solar Max**, που εκτοξεύτηκε το 1980, μετέδωσε στοιχεία για τις ηλιακές εκρήξεις και ήταν ο πρώτος δορυφόρος που επισκευάστηκε στο διάστημα το 1984.
- **IRAS**, δορυφόρος υπέρυθρης αστρονομίας, που εκτοξεύτηκε το 1983 και οι δορυφόροι EXOSAT και ROSAT για την παρατήρηση πηγών Ρέντγκεν στο διάστημα, που εκτοξεύτηκαν το 1983 και το 1990 αντίστοιχα.
- **Το Δορυφορικό Παρατηρητήριο Ακτίνων γ**, που εκτοξεύτηκε το 1991.
- **Οι μετεωρολογικοί δορυφόροι**, που τοποθετούνται, είτε σε γεωστατική τροχιά (36.000 χλμ. πάνω από τον ισημερινό), είτε σε πολική τροχιά, σε ύψος μεταξύ 700-1200 χλμ.

**Άλλες κατηγορίες δορυφόρων είναι οι παρακάτω:**

- Δορυφόροι φωτογραφικής αναγνώρισης.
- Δορυφόροι ηλεκτρονικής παρακολούθησης.
- Δορυφόροι ανίχνευσης πυρηνικών εκρήξεων.
- Δορυφόροι ωκεανογραφίας [26].

Παρακάτω γίνεται αναφορά σε δυο σημαντικά είδη δορυφόρων :

**Γεωσύγχρονος δορυφόρος**, προσδιορίζει το δορυφόρο εκείνο ο οποίος έχει περίοδο περιστροφής ίση με τη περίοδο περιστροφής της Γης, δηλαδή της τάξης των

$T=23\text{h } 56\text{min } 4.1\text{ sec}$ . Το ύψος του γεωσύγχρονου δορυφόρου είναι 37786 Km. Η ταχύτητα του δορυφόρου στη τροχιά αυτή είναι 3075 m/sec.

Τόσο η κλίση, όσο και η εκκεντρότητα της γεωσύγχρονης τροχιάς μπορούν να έχουν οποιαδήποτε τιμή και το ίχνος του δορυφόρου επί της γήινης επιφάνειας ορίζεται ως η καμπύλη που διαγράφεται πάνω στην επιφάνεια της γης από το σημείο όπου η ευθεία που ενώνει το κέντρο της γης με το δορυφόρο τέμνει τη γήινη επιφάνεια.

### **Γεωστατικός δορυφόρος**

Ο **γεωστατικός δορυφόρος** είναι ο γεωσύγχρονος δορυφόρος του οποίου η τροχιά έχει μηδενική εκκεντρότητα και κλίση. Στη περίπτωση που το επίπεδο της τροχιάς του δορυφόρου είναι το ισημερινό επίπεδο, τότε η τροχιά του είναι κυκλική και η ταχύτητα περιστροφής του ταυτίζεται με αυτή της Γης, με αποτέλεσμα να φαίνεται από τον επίγειο σταθμό ως ένα σταθερό σημείο στον ουρανό.

Εντούτοις οι γεωστατικοί δορυφόροι εμφανίζουν μικρή ολίσθηση κίνησης έτσι ώστε η τροχιά τους να παρουσιάζει μια μικρή κλίση  $\theta_i$ . Το φαινόμενο αυτό οφείλεται σε φαινόμενα έλξεων από τον ήλιο, ή από τη σελήνη και στη περίπτωση που δεν ληφθεί πρόνοια, μπορεί να δημιουργήσει, γωνία κλίσης αρκετών μοιρών κατά τη διάρκεια ενός έτους. Για το λόγο αυτό, η τροχιά του γεωστατικού δορυφόρου διορθώνεται περιοδικά, ώστε να παραμένει στο ισημερινό επίπεδο.

Υπάρχουν αρκετά **πλεονεκτήματα** της γεωστατικής τροχιάς λόγω των οποίων αυτή χρησιμοποιείται στα συστήματα δορυφορικών επικοινωνιών.

- Ο **δορυφορικός αναμεταδότης** φαίνεται σταθερός από τους επίγειους σταθμούς που βρίσκονται στη περιοχή κάλυψης. Με τον τρόπο αυτό ελαχιστοποιούνται οι λειτουργικές απαιτήσεις των επίγειων σταθμών εδάφους, διότι, αφενός, η παρακολούθηση της θέσης του δορυφόρου είναι απλή, και , αφετέρου τα χαρακτηριστικά μετάδοσης ( σε ότι αφορά την εξάρτησή τους από την απόσταση πομπού και δέκτη ), δεν μεταβάλλονται.
- Η **κάλυψη της Γης** που παρέχουν οι γεωστατικοί δορυφόροι είναι επαρκής για τις πιο πυκνοκατοικημένες περιοχές του πλανήτη.

Όμως, η **γεωστατική τροχιά** παρουσιάζει και **μειονεκτήματα**, όπως :

- Τη **χρονική καθυστέρηση της μετάδοσης** λόγω της μεγάλης απόστασης μεταξύ δορυφόρου και επίγειου σταθμού, δυσκολεύοντας τις αμφίδρομες επικοινωνίες πραγματικού χρόνου.
- Στη περίπτωση που ήλιος βρίσκεται μέσα στο εύρος του κύριου λοβού ακτινοβολίας του επίγειου σταθμού, οπότε αποτελεί ισχυρή πηγή θορύβου, παρατηρείται μείωση της ποιότητας της επικοινωνίας. Τα μικρά αυτά χρονικά διαστήματα ελάττωσης της ποιότητας των ζεύξεων είναι πάντως προβλέψιμα.
- **Τέλος, κυρίως λόγω της μεγάλης απόστασης, οι γεωστατικοί δορυφόροι δεν προτείνονται για χρήση σε εφαρμογές δορυφορικών κινητών τηλεπικοινωνιών.**

#### Είδη δορυφορικών κεραιών

Τα είδη δορυφορικών κεραιών διακρίνονται στις παρακάτω κατηγορίες :

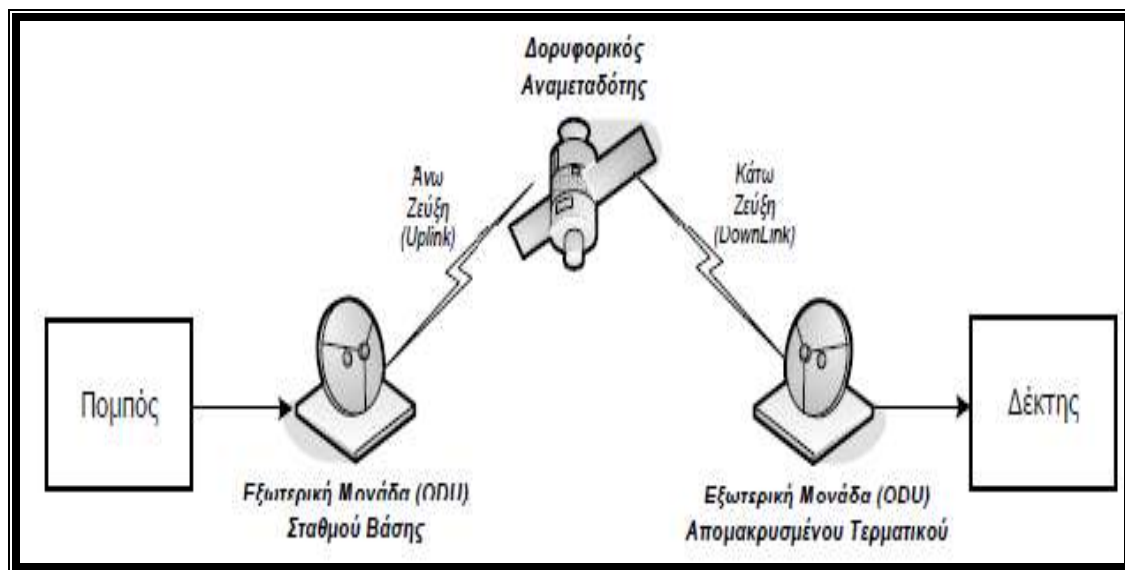
- **Μονόπολα και δίπολα.** Χρησιμοποιούνται σε φορητά τερματικά κυρίως σε συστήματα δορυφορικών κινητών τηλεπικοινωνιών. Τα δίπολα έχουν διάγραμμα ακτινοβολίας με ημισφαιρική μορφή και ακτινοβολούν πεδίο πολωμένο κατά τη διεύθυνση του δίπολου.
- **Χοανοκεραίες και ελικοειδείς κεραιές.** Είναι μικρότερων διαστάσεων σε σχέση με το παραβολικό κάτοπτρο, έχουν όμως υψηλή κατευθυντικότητα και τα διαγράμματα ακτινοβολίας τους παρουσιάζουν υψηλότερους πλευρικούς λοβούς.
- **Στοιχειοκεραίες.** Είναι ένας ιδιαίτερα χρήσιμος τύπος κεραιάς. Η δυνατότητα ηλεκτρονικού ελέγχου του διαγράμματος ακτινοβολίας της, με κατάλληλη εκλογή της φάσης στην τροφοδοσία των στοιχείων της αποτελεί συγκριτικό πλεονέκτημα σε πολλές εφαρμογές, όπως σε *δορυφορικά συστήματα ναυσιπλοΐας*.
- **Παραβολικά κάτοπτρα.** Η περισσότερο χρησιμοποιούμενη κεραιά στις δορυφορικές ζεύξεις είναι η παραβολική που παρουσιάζει συμμετρικό διάγραμμα ακτινοβολίας με υψηλή κατευθυντικότητα.

**Τα κύρια χαρακτηριστικά της είναι το υψηλό κέρδος και η μικρής στάθμης πλευρικοί λοβοί [41].**

## 5.2 Δορυφορικές επικοινωνίες

Στην παρακάτω εικόνα περιγράφεται το γενικό μοντέλο του δορυφορικού επικοινωνιακού συστήματος, που αποτελείται από το σταθμό βάσης και τον απομακρυσμένο τερματικό δέκτη μέσω του δορυφόρου.

Ο σταθμός βάσης επικοινωνεί με το δορυφόρο μέσω της άνω ζεύξης (up-link) καθώς επίσης ο δορυφόρος επικοινωνεί με τον απομακρυσμένο σταθμό βάσης μέσω της κάτω ζεύξης (down-link). Τόσο στο σταθμό βάσης όσο και στο δέκτη βρίσκεται μια εξωτερική μονάδα (Outdoor Unit, ODU) που ονομάζεται εξωτερική μονάδα σταθμού βάσης και κατ'επέκταση εξωτερική μονάδα απομακρυσμένου τερματικού δέκτη, αντίστοιχα. Οι μονάδες αυτές περιλαμβάνουν τις παραβολικές κεραίες και συστήματα αναλογικών μικτών για την άνω και την κάτω μετατόπιση της συχνότητας του σήματος.

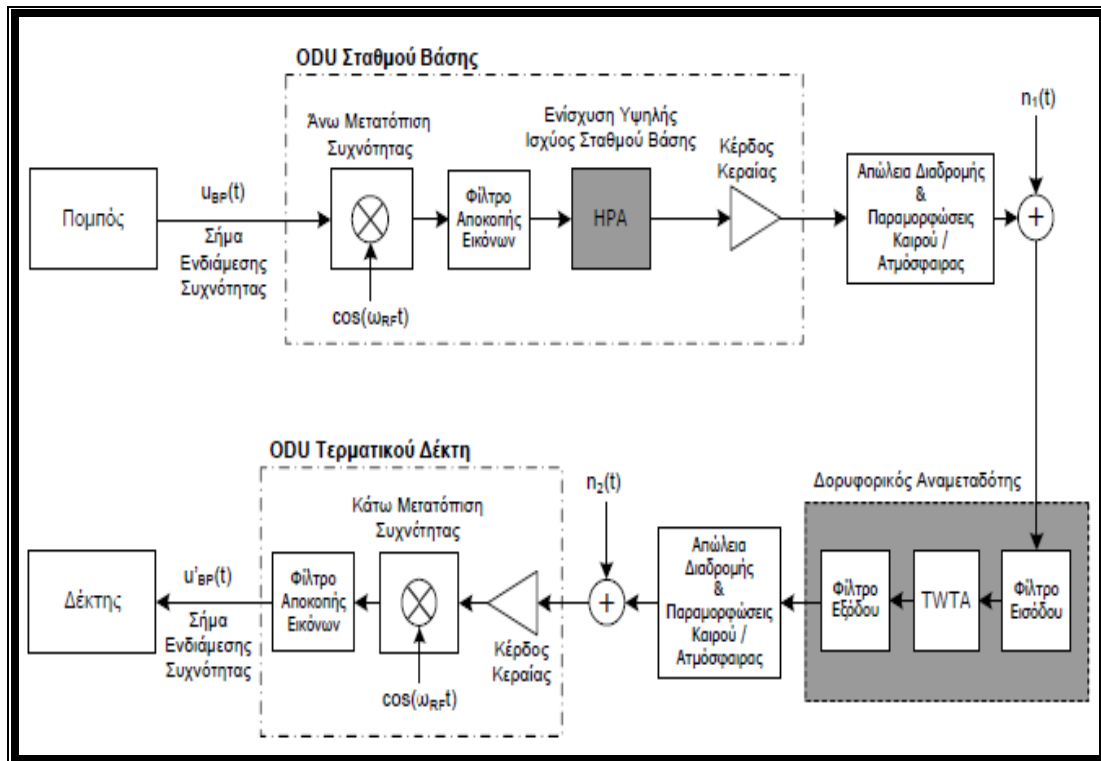


Εικόνα 5.1 : Γενικό μοντέλο δορυφορικού συστήματος [54].

Το αναλυτικό μοντέλο του δορυφορικού επικοινωνιακού συστήματος περιγράφεται στην εικόνα 5.2. Στην εξωτερική μονάδα του σταθμού βάσης ο αναλογικός μίκτης μετατοπίζει το διαμορφωμένο ζωνοδιαβατό σήμα ενδιάμεσης συχνότητας  $u_{BP}(t)$  στην κατάλληλη ζώνη συχνοτήτων άνω μετατόπισης RF. Το φίλτρο με τη σειρά του αποκόπτει τις εικόνες του σήματος και ο ενισχυτής υψηλής ισχύος (High Power Amplifier, HPA) αφού ενισχύσει το σήμα τροφοδοτεί τη κεραία εκπομπής για να μεταδώσει το σήμα προς το δορυφόρο.

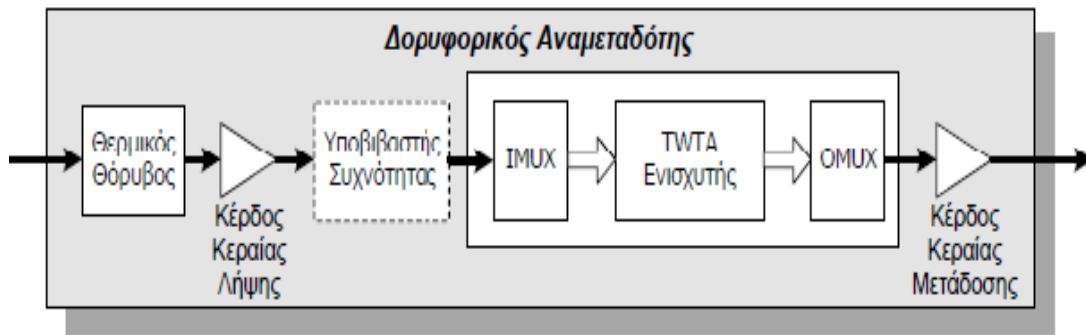
Πρέπει να σημειωθεί ότι παρότι ο ενισχυτής παρουσιάζει μη γραμμική χαρακτηριστική καμπύλη εισόδου-εξόδου για το πλάτος AM/AM και φάση AM/PM, λειτουργεί στη γραμμική περιοχή, διότι υπάρχει η δυνατότητα αντιστάθμισης μέσω χρήσης κεραίας με μεγάλη διάμετρο με αποτέλεσμα να μην εισάγεται μη γραμμικός θόρυβος.

Κατά τη διάδοση του μέσω της άνω ζεύξης, το σήμα υφίσταται εξασθένηση και διαταραχές, που οφείλονται στις απώλειες διαδρομής (space path loss) καθώς επίσης και στις καιρικές – ατμοσφαιρικές συνθήκες, με αποτέλεσμα να προστίθεται λευκός Gaussian θόρυβος ( $n_1(t)$ ).



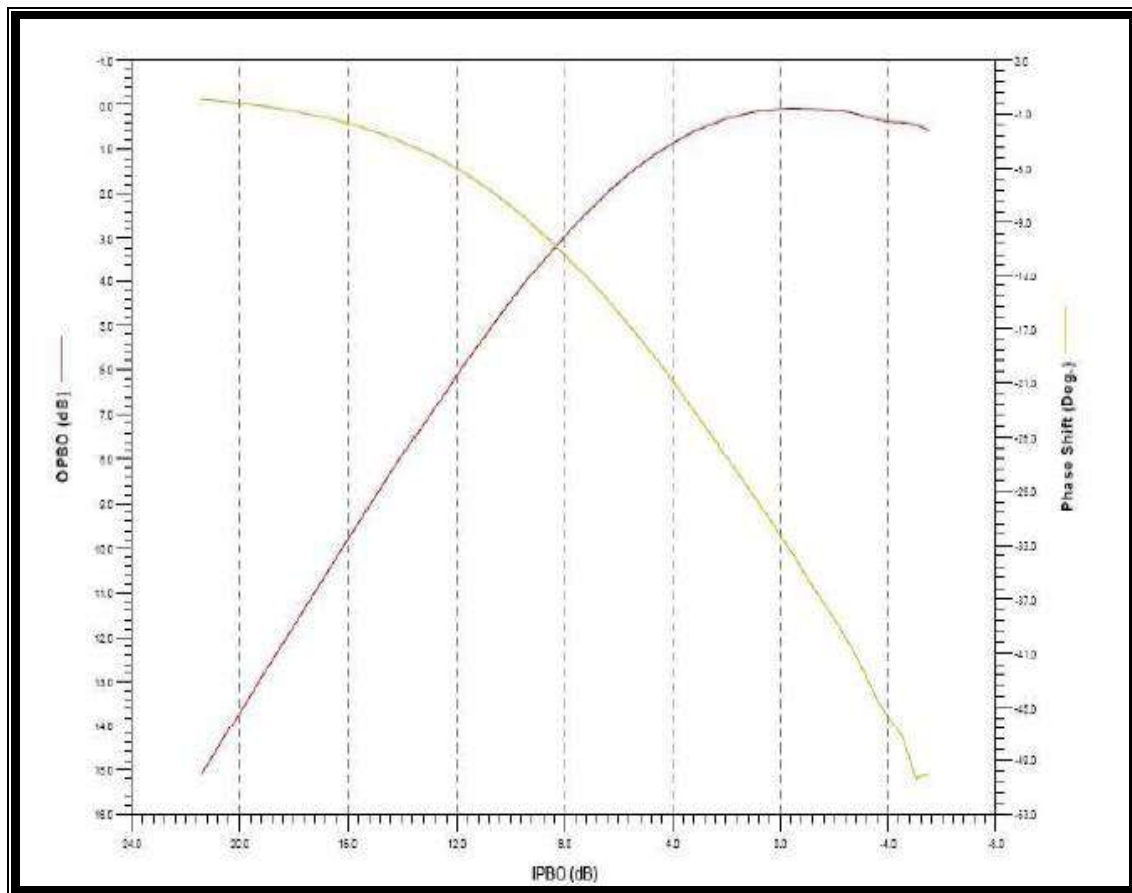
Εικόνα 5.2 : Αναλυτικό μοντέλο επικοινωνιακού συστήματος [54].

Στην εικόνα 5.3 παρατηρείται ότι όταν το σήμα φτάσει στο δορυφόρο, αρχικά υποβιβάζεται ως προς την συχνότητα έτσι ώστε να λάβει τη τιμή της RF (Radio Frequency) συχνότητας της κάτω ζεύξης και στη συνέχεια εισαγάγετε στον ενισχυτή TWTA (Travelling Wave Tube Amplifier), ενώ θα πρέπει να ληφθεί υπόψιν ο θερμικός θόρυβος που προέρχεται από τα ηλεκτρονικά στοιχεία του αναμεταδότη.



**Εικόνα 5.3 : Αναλυτικό μοντέλο δορυφορικού αναμεταδότη [54].**

Ο ενισχυτής TWTA είναι μη γραμμικός και στην παρακάτω εικόνα φαίνονται οι AM/AM χαρακτηριστικές του ενισχυτή TWTA για τον Hellas-Sat 2 και οι ποσότητες IPBO (Input Power Back-off) και OPBO (Output Power Back-off) οι οποίες χαρακτηρίζουν το σημείο λειτουργίας και εκφράζουν σε dB το πόσο απέχουν οι ισχύς εισόδου-εξόδου από τα αντίστοιχα σημεία του κόρου.



**Εικόνα 5.4 : Οι AM/AM και AM/PM χαρακτηριστικές του ενισχυτή TWTA για τον Hellas-Sat 2 [54].**



Εξαιτίας του μη γραμμικού ενισχυτή, ο δορυφορικός αναμεταδότης εισαγάγει μη γραμμικές παραμορφώσεις επειδή το σημείο λειτουργίας βρίσκεται κοντά στο σημείο του κόρου.

Οι δορυφορικοί αναμεταδότες χαρακτηρίζονται από το εύρος ζώνης και την βαθμίδα του ενισχυτή TWTA. Το εύρος ζώνης προσδιορίζεται από : τα φίλτρα εισόδου-εξόδου του ενισχυτή (Εικόνα 5.3), από τον IMUX (Input Multiplexer) που χωρίζει το εύρος ζώνης σε ξεχωριστά κανάλια και από τον OMUX (Output Multiplexer) που συνδυάζει τα ξεχωριστά κανάλια αφότου τα ενισχύσει αντίστοιχα.

Κατά τη διάδοση μέσω της κάτω ζεύξης υφίσταται τις ίδιες παραμορφώσεις με την άνω ζεύξη και προστίθεται λευκός Gaussian θόρυβος ( $n_2(t)$ ). Στον τερματικό δέκτη μετατοπίζεται αρχικά το σήμα σε χαμηλότερη συχνότητα (κάτω μετατόπιση) και μετά την αποκοπή των εικόνων προωθείται το σήμα στις επόμενες βαθμίδες του δέκτη [54].

#### Διαμόρφωση από ψηφιακά σήματα

Τα σύγχρονα συστήματα δορυφορικών επικοινωνιών σε πολύ μεγάλο βαθμό διαχειρίζονται ψηφιακής μορφής σήματα, δηλαδή σήματα που απαρτίζονται από ακολουθίες δυαδικών ψηφίων.

Στο τμήμα εκπομπής ενός επίγειου σταθμού, η ακολουθία των ψηφίων πληροφορίας διαμορφώνει το υψίσυχο φέρον της άνω ζεύξης. Στο τμήμα λήψης του επίγειου σταθμού, γίνεται η αποδιαμόρφωση του σήματος της κάτω ζεύξης με στόχο την αξιόπιστη αναπαραγωγή της αρχικής ακολουθίας ψηφίων πληροφορίας.

Ενώ στις αναλογικές επικοινωνίες στόχος του τηλεπικοινωνιακού συστήματος είναι η πιστή αναπαραγωγή του αναλογικού σήματος, στις ψηφιακές επικοινωνίες ο στόχος είναι η ορθή απόφαση για τα ψηφία πληροφορίας από τα οποία αποτελείται το ψηφιακό σήμα. Η διαφοροποίηση αυτή ως προς το στόχο διευκολύνει τη λειτουργία του συστήματος λήψης και αυξάνει σημαντικά την αξιοπιστία ενός ψηφιακού συστήματος επικοινωνιών σε σχέση με ένα αντίστοιχο αναλογικό σύστημα.

#### **Τα σημαντικά πλεονεκτήματα που προσφέρουν οι ψηφιακές επικοινωνίες είναι:**

- Υψηλή αξιοπιστία, ευστάθεια και προσαρμοστικότητα στη διαρκή εξέλιξη της τεχνολογίας ολοκληρωμένων κυκλωμάτων.

- Αποθήκευση και αναχρησιμοποίηση των ψηφιακών σημάτων με αξιοπιστία και ταχύτητα ώστε να αίρονται οι δυσαρμονίες μεταξύ διαφορετικών συστημάτων.
- Ελάττωση της δυσμενούς επίδρασης του θορύβου με χρήση επαναληπτών.
- Ευελιξία στην ικανοποίηση των προδιαγραφών μιας ζεύξης με ανταλλαγή εύρους ζώνης συχνοτήτων και ισχύος σήματος.
- Ευκολία πολύπλεξης και σηματοδοσίας.
- Κωδικοποίηση για διόρθωση λαθών και κρυπτογράφηση για την ασφάλεια των επικοινωνιών.
- Αρθρωτή υλοποίηση που προσφέρει τη δυνατότητα αναβάθμισης και την ευκολία ενσωμάτωσης νέων υπηρεσιών.

Τα παραπάνω πλεονεκτήματα έχουν καταστήσει τις ψηφιακές επικοινωνίες κύριο τρόπο μετάδοσης σημάτων τόσο στις δορυφορικές επικοινωνίες όσο και στο σύνολο των τηλεπικοινωνιακών τους εφαρμογών.

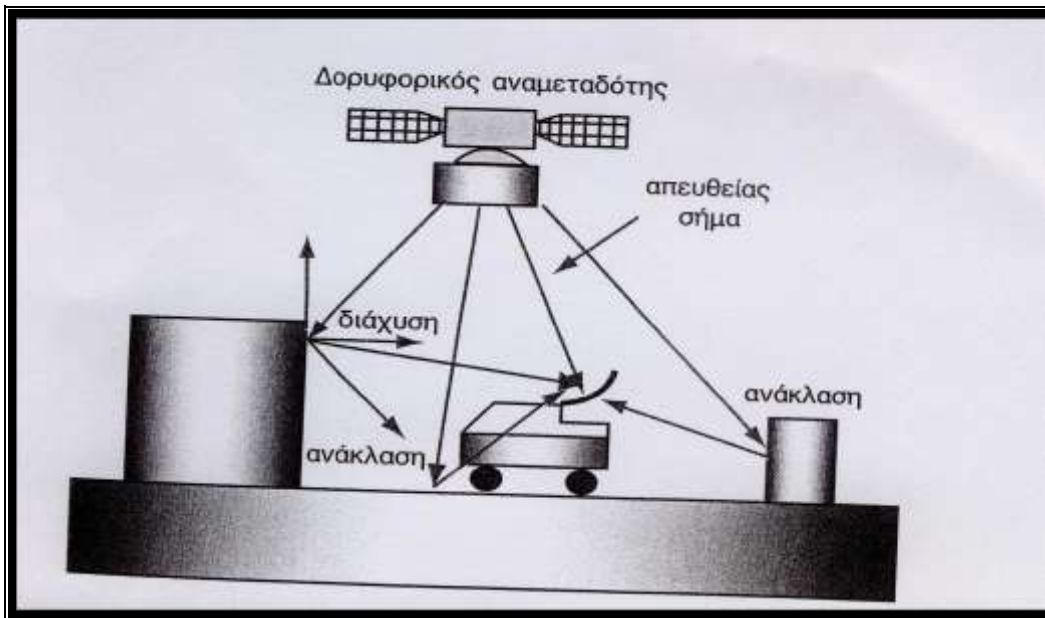
#### Δορυφορικός διάυλος για τις κινητές επικοινωνίες

Η σύγχρονη τάση στις κινητές επικοινωνίες είναι να περιληφθούν οι εφαρμογές που εξυπηρετούν κινούμενους χρήστες δηλαδή οι λεγόμενες **κινητές δορυφορικές επικοινωνίες**. Στο περιβάλλον του κινητού χρήστη πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα εξής χαρακτηριστικά :

- Ο τηλεπικοινωνιακός διάυλος μεταβάλλεται συνεχώς αφού ο επίγειος σταθμός κινείται.
- Τα κινητά τερματικά χρησιμοποιούν κεραίες με μεγάλο εύρος δέσμης μικρής κατευθυντικότητας που χαρακτηρίζονται από μικρό βαθμό διάκρισης του απευθείας σήματος από τα σήματα που φθάνουν στον κινητό σταθμό λόγω ανακλάσεων σε γειτονικούς σκεδαστές.
- Το λαμβανόμενο σήμα είναι σημαντικά εξασθενημένο όταν το κινητό τερματικό βρίσκεται σε περιοχές σκιάς και παρουσιάζει διαλείψεις λόγω πολύοδης διάδοσης.
- Η φασματική πυκνότητα ισχύος του θορύβου εξαρτάται από τη ταχύτητα του κινητού επίγειου σταθμού.

Ανάλογα με τη θέση του κινητού επίγειου σταθμού, οι δορυφορικοί διάυλοι στις κινητές δορυφορικές επικοινωνίες χαρακτηρίζονται ως θαλάσσιοι, εναέριοι ή επίγειοι. Ενώ λόγω

της τυχειότητας των λαμβανόμενων σημάτων, αυτοί χαρακτηρίζονται από τη στατιστική τους κατανομή. Στη γενική περίπτωση, το κύμα που φθάνει στον κινητό επίγειο δέκτη αντιστοιχεί στο διανυσματικό άθροισμα του απευθείας κύματος και των κυμάτων που φθάνουν στο το δέκτη λόγω ανάκλασης και διάχυσης. Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται ο δίαυλος των κινητών δορυφορικών επικοινωνιών.



Εικόνα 5.5 : Δίαυλος δορυφορικών κινητών επικοινωνιών [41].

#### Κινητές Δορυφορικές Επικοινωνίες

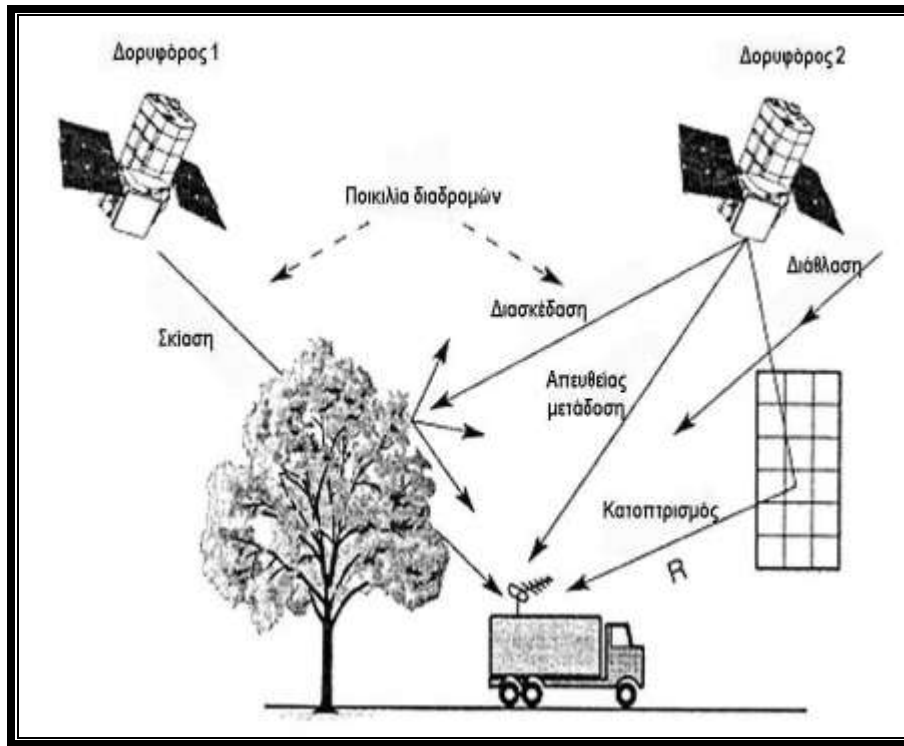
Υπάρχουν περιπτώσεις στις οποίες η παροχή ραδιοκάλυψης με επίγεια δίκτυα δεν είναι πρακτική, όπως σε μέσα μεταφοράς (π.χ. πλοία). Σε αυτές τις περιπτώσεις, οι κινητές δορυφορικές επικοινωνίες δίνουν τη λύση.

Ένας τρόπος για γενική κατάταξη των συστημάτων **MSS (Mobile Satellite System)** χαρακτηρίζονται σύμφωνα με το ύψος της τροχιάς των δορυφόρων σε δορυφόροι χαμηλής τροχιάς (**LEOs**) για ύψος της τάξης των 1000 km, δορυφόροι μέσης τροχιάς (**MEOs**) για ύψος της τάξης των 10000 km και δορυφόροι μεγάλου ύψους, ελλειπτικής τροχιάς (**HEOs**), με ευρέως μεταβαλλόμενο ύψος.

Τα δημόσια συστήματα **GEOS** περιλαμβάνουν το **INMARSAT-M**, το **MSAT**, το **ACTS**, το **MOBILESAT** και το **NSTAR**. Τα συστήματα **LEOs** περιλαμβάνουν το **Iridium** (66 δορυφόροι στα 770 km περίπου) και το **Teledesic** (840 δορυφόροι στα 700 km).

Το σύστημα **Odyssey** είναι μια πρόταση για σύστημα **MEOs** με 12 δορυφόρους στα 10600 km και η πρόταση **ELMSAT** προδιαγράφει ένα σύστημα **HEOs** με δύο ή τρεις δορυφόρους.

Τα βασικά προβλήματα στις δορυφορικές κινητές τηλεπικοινωνίες προκαλούνται από τα δύσκολα περιβάλλοντα διάδοσης και από το μικρό μέγεθος της τερματικής τους συσκευής. Η παρακάτω εικόνα απεικονίζει τη γεωμετρία της διαδρομής ενός σήματος που χαρακτηρίζει τα χαρακτηριστικά διάδοσης για ένα επίγειο κινητό κανάλι.



Εικόνα 5.6 : Διαδρομή σήματος σε κινητές δορυφορικές επικοινωνίες [41].

### 5.3 Χρήση των δορυφορικών επικοινωνιών στην τηλεϊατρική

#### Ιστορική αναδρομή

Η ενότητα αυτή περιλαμβάνει αρχικά ιστορική αναδρομή των δορυφορικών επικοινωνιών και δύο είναι οι εξελίξεις στον εικοστό αιώνα που άλλαξαν τον τρόπο ζωής των ανθρώπων, το αυτοκίνητο και οι τηλεπικοινωνίες. Όπως και πριν το αυτοκίνητο οι άνθρωποι για τις μετακινήσεις τους έπρεπε να χρησιμοποιούν τα πόδια, το ποδήλατο, ή το άλογο, έτσι και πριν τον τηλέγραφο και το τηλέφωνο, όλες οι επικοινωνίες γίνονταν είτε προσωπικά, είτε γραπτώς.

Τα τηλεπικοινωνιακά συστήματα σήμερα μας δίνουν τη δυνατότητα της επικοινωνίας με οποιονδήποτε, οποιαδήποτε στιγμή και από τα σύρματα χαλκού που διασχίζουν στεριά και θάλασσα, έχουμε φτάσει στη χρήση ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων και τεχνητών δορυφόρων που καθιστούν δυνατή τη διηπειρωτική επικοινωνία.

Οι τεχνητοί δορυφόροι έχουν χρησιμοποιηθεί στα τηλεπικοινωνιακά συστήματα για περισσότερα από 35 χρόνια και έχουν πια γίνει απαραίτητο μέρος της παγκόσμιας τηλεπικοινωνιακής δομής.

Η ιδέα της δορυφορικής επικοινωνίας πρωτοεμφανίστηκε σε ένα άρθρο του Άρθουρ Κλαρκ στο βρετανικό περιοδικό “**Wireless World**” το 1945. Εκείνη την εποχή τα κύματα υψηλής συχνότητας ήταν η μόνη διαθέσιμη μέθοδος επικοινωνίας για μεγάλες αποστάσεις και μάλιστα δεν ήταν καθόλου αξιόπιστη.

Η ηλιακή ακτινοβολία και η απορρόφηση λόγω ιονόσφαιρας είχαν σαν αποτέλεσμα τη διακοπή του σήματος για μέρες σε μερικές περιπτώσεις. Τηλεγραφικά καλώδια είχαν ήδη τοποθετηθεί δια μήκους των ωκεανών από τα μέσα του 1800, αλλά τα καλώδια για τη μεταφορά φωνής τέθηκαν σε λειτουργία το 1953.

Ο Άρθουρ Κλαρκ πρότεινε ότι ένας δορυφόρος σε τροχιά με περίοδο 24 ώρες πάνω από τον Ισημερινό, θα μπορούσε να μένει σταθερός ως προς σημείο της γης και ενώ θα μπορούσε να καλύψει επικοινωνίες μεγάλων αποστάσεων. Τότε θεώρησε ότι δε θα μπορούσαν να υπάρχουν τεχνητοί δορυφόροι σε τροχιά, ή πύραυλοι ικανοί να τους εκτοξεύσουν. Όμως, οι ιδέες του γι’ αυτό που σήμερα ονομάζουμε γεωστατικοί δορυφόροι δεν ήταν καθόλου επιστημονική φαντασία, αφού ήρθε η εκτόξευση του ρωσικού δορυφόρου Sputnik το 1957 να το αποδείξει. Το 1965 ο πρώτος γεωστατικός δορυφόρος, ο **Early Bird** άρχισε να παρέχει τηλεφωνικές υπηρεσίες κατά μήκος του Ατλαντικού Ωκεανού.

Αρχικά λοιπόν τα δορυφορικά συστήματα αναπτύχθηκαν για να παρέχουν τηλεφωνικές υπηρεσίες μεγάλων αποστάσεων. Στα τέλη του 1960 αναπτύχθηκαν πύραυλοι εκτόξευσης που μπορούσαν να θέσουν σε τροχιά γεωστατικού δορυφόρου 500 κιλών με χωρητικότητα 5000 γραμμών. Οι γεωστατικοί δορυφόροι πολύ σύντομα μπορούσαν να εξυπηρετούν τηλεφωνικές κλήσεις μεταξύ ηπείρων. Για πρώτη φορά, εγκαταστάθηκαν τηλεοπτικές συνδέσεις κατά μήκος του Ατλαντικού και του Ειρηνικού ωκεανού.

Ένας γεωστατικός δορυφόρος μπορεί να καλύψει το ένα τρίτο της επιφάνειας της γης, πράγμα που σημαίνει ότι ένας δορυφόρος μπορεί να καλύψει μια ολόκληρη ήπειρο.

Στις ημέρες μας οι δορυφόροι χρησιμοποιούνται για μετάδοση τηλεοπτικού σήματος, τοπικές και διεθνείς κλήσεις, μεταφορά δεδομένων και πρόσβαση στο Διαδίκτυο. Στα πιο πυκνοκατοικημένα μέρη του πλανήτη, υπάρχουν δορυφόροι σε τροχιά ανά δύο με τρεις που λειτουργούν σχεδόν σε όλες τις διαθέσιμες συχνότητες.

Οι δορυφορικές επικοινωνίες ξεκίνησαν τον Οκτώβρη του 1957 με την εκτόξευση από τη Σοβιετική Ένωση ενός μικρού δορυφόρου του **Sputnik 1**, που διέθετε μόνο έναν πομπό και δεν είχε τη δυνατότητα διεξαγωγής αμφίδρομης επικοινωνίας, ωστόσο αποδείχτηκε ότι οι δορυφόροι μπορούσαν να τεθούν σε τροχιά με τη βοήθεια πυραύλων.

Ο πρώτος δορυφόρος που εκτοξεύτηκε επιτυχώς από τις ΗΠΑ ήταν ο **Explorer 1**, από το ακρωτήριο Κανάβεραλ, στις 31 Ιανουαρίου του 1958 και η πρώτη φωνή που ακούστηκε από το διάστημα ήταν αυτή του προέδρου των ΗΠΑ Άιζενχauer, που μετέδωσε ένα σύντομο Χριστουγεννιάτικο μήνυμα τον Δεκέμβρη του 1958.

Ο δορυφόρος **Score** ήταν ο πυρήνας του **Atlas ICBM (Intercontinental Ballistic Missile)** και έδινε τη δυνατότητα αποθήκευσης και αναμετάδοσης μηνύματος διάρκειας 4 λεπτών. Ο δορυφόρος **Score** έμεινε μόνο 35 μέρες σε τροχιά.

Μετά από μερικές προσπάθειες χρήσης μεγάλων μπαλονιών (**Echo I & II**) και παθητικών ανακλαστήρων για τηλεπικοινωνιακά σήματα και μερικές πειραματικές εκτοξεύσεις δορυφόρων, οι πρώτοι τηλεπικοινωνιακοί δορυφόροι **Telstar I** και **II** τέθηκαν σε τροχιά τον Ιούλιο του 1962 και τον Μάιο του 1963, αντίστοιχα.

Οι δύο αυτοί δορυφόροι κατασκευάστηκαν από την **Bell Telephone Laboratories** και είχαν συχνότητα άνω ζεύξης 6389 MHz, συχνότητα κάτω ζεύξης 4169 MHz και εύρος ζώνης 50 MHz. Οι δορυφόροι διέθεταν ηλιακές κυψέλες και μπαταρίες που επέτρεπαν τη συνεχή λειτουργία τους. Το 1961 τέθηκαν για πρώτη φορά οι βάσεις για ένα ενιαίο παγκόσμιο δορυφορικό σύστημα, οπότε και ιδρύθηκε η **ITU (International Telecommunications Union)**. Το 1964 ιδρύθηκε η διεθνής δορυφορική εταιρία **Intelsat (International Telecommunications Satellite Organization)**.

Μέχρι τα μέσα του 1963 το 99% των δορυφόρων βρίσκονταν στην κατώτερη γήινη τροχιά (**LEO**). Εξάλλου οι **LEO** και η μεσαία γήινη τροχιά (**MEO**) ήταν πιο εύκολα προσβάσιμες από την **GEO** (γεωστατική τροχιά) με την τεχνολογία των πυραύλων της

εποχής. Η δομή του πρώτου εμπορικού δορυφορικού συστήματος με δορυφόρους σε **ΜΕΟ** περιελάμβανε 12 δορυφόρους.

Έτσι, αν λάβουμε υπόψη το ποσοστό επιτυχίας των εκτοξεύσεων (1:4), χρειαζόνταν 48 εκτοξεύσεις για να εγγυηθούν ότι θα τίθονταν 12 δορυφόροι σε τροχιά και δίχως τους 12 δορυφόρους δεν μπορούσαμε να έχουμε συνεχή 24ωρη κάλυψη.

*Ωστόσο ένα γεωστατικό σύστημα χρειάζεται μόνο έναν δορυφόρο, ο οποίος μπορεί να καλύψει το ένα τρίτο της γης. Επομένως, απαιτούνται μόλις 4 προσπάθειες εκτόξευσης για ένα δορυφόρο και άρα 12 για την κάλυψη όλης της γης, με αποτέλεσμα να επιλεγεί η γεωστατική τροχιά από την **Intelsat**.*

Ο πρώτος δορυφόρος της Intelsat, ο **INTELSAT I** εκτοξεύτηκε τον Απρίλη του 1965 και ζύγιζε γύρω στα 39 κιλά και διέθετε δύο αναμεταδότες 6/4 GHz με εύρος ζώνης 25 MHz έκαστος. Τον Ιούνιο του 1965 ξεκίνησε η επικοινωνία μεταξύ Ευρώπης και Αμερικής. Έτσι, με το πέρας περίπου δεκαετιών μέσω του προφητικού άρθρου του Άρθουρ Κλαρκ οι δορυφορικές επικοινωνίες έγιναν πραγματικότητα.

Ο Καναδάς ήταν η πρώτη χώρα που έχτισε ένα διεθνές τηλεπικοινωνιακό σύστημα χρησιμοποιώντας γεωστατικούς δορυφόρους, τον Μάιο του 1974. Ωστόσο, το βραβείο του πρώτου τοπικού δορυφορικού συστήματος πηγαίνει στο δορυφορικό σύστημα της Σοβιετικής Ένωσης **Molniya** (1965). Χώρες με μεγάλη γεωγραφική έκταση, όπως η Σοβιετική Ένωση που καλύπτει 11 διαφορετικές ζώνες ώρας, χρησιμοποίησαν με επιτυχία τοπικά δορυφορικά συστήματα.

Η μεγάλη εμπορική επιτυχία του Intelsat οδήγησε πολλές χώρες να επενδύσουν στα δορυφορικά συστήματα. Τις δεκαετίες του '70 και '80 υπήρξε ταχύτατη ανάπτυξη των γεωστατικών δορυφορικών συστημάτων για την εξυπηρέτηση διεθνούς τοπικής τηλεφωνικής κίνησης, καθώς και διανομής του τηλεοπτικού σήματος.

Έτσι, αρκετά γρήγορα το διαθέσιμο φάσμα στη ζώνη C γρήγορα εξαντλήθηκε, με αποτέλεσμα την επέκταση στην **Ku** ζώνη. Γύρω στο 1995 ήταν προφανές ότι η χωρητικότητα της **Ku** ζώνης γρήγορα θα καταλαμβάνονταν πλήρως και μια καινούργια ζώνη, η **Ka** θα ήταν απαραίτητη.

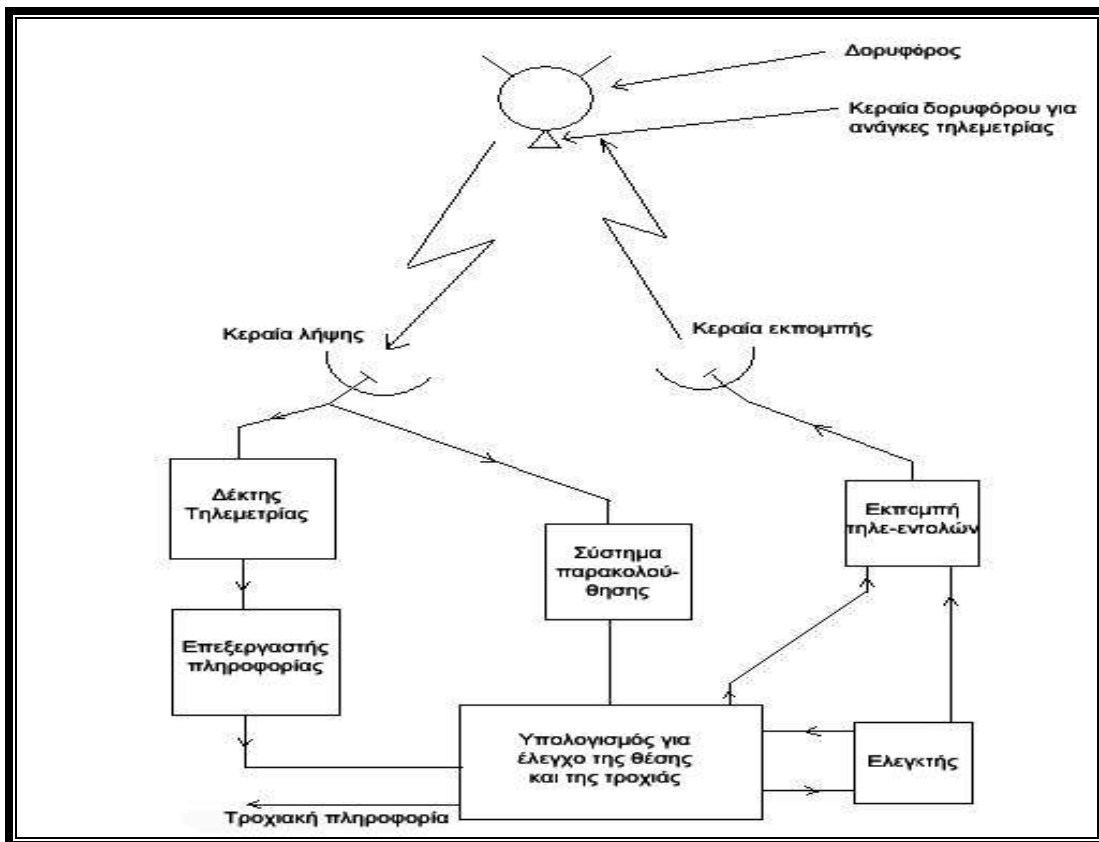
Τα **LEO** δορυφορικά συστήματα χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή τηλεφωνικών συστημάτων για παγκόσμια κάλυψη. Πολλές προτάσεις ναυάγησαν τη δεκαετία του '90, με τρία **LEO** δορυφορικά συστήματα να υλοποιούνται εν τέλει το 2000 (Iridium,

Globstar, Orbcomm). Η τεχνολογία του **GPS (Global Positioning System)** αναπτύχθηκε με τη βοήθεια της χρήσης δορυφόρων [55]. Περισσότερες πληροφορίες για τα συστήματα δορυφόρων του 21<sup>ο</sup> αιώνα μπορεί να βρεθούν στη βιβλιογραφία.

### Σύστημα Τηλεμετρίας, παρακολούθησης εντολών και ελέγχου

Το σύστημα **TTC&M** (Telemetry, Tracking, Command and Monitoring) είναι απαραίτητο για την επιτυχή λειτουργία ενός τηλεπικοινωνιακού δορυφόρου. Είναι μέρος του συστήματος διαχείρισης εμπλέκοντας έναν επίγειο σταθμό παρακολούθησης και το ανθρώπινο δυναμικό.

Βασικές λειτουργίες της διαχείρισης του δορυφορικού συστήματος είναι ο έλεγχος της τροχιάς - της θέσης του δορυφόρου, η παρακολούθηση όλων των αισθητήρων-υποσυστημάτων του δορυφόρου και η ενεργοποίηση και απενεργοποίηση όλων των τμημάτων του τηλεπικοινωνιακού συστήματος. Η παρακάτω εικόνα παρουσιάζει όλες τις λειτουργίες ελέγχου που επιτελεί ο επίγειος σταθμός.



Εικόνα 5.7 : Σύστημα τηλεμετρίας παρακολούθησης εντολών και ελέγχου [55].



## Σύστημα Τηλεμετρίας και παρακολούθησης

Το σύστημα παρακολούθησης συλλέγει πληροφορίες από πολλούς αισθητήρες εντός του δορυφόρου και στέλνει αυτές τις πληροφορίες στον επίγειο δορυφορικό σταθμό. Μπορεί να υπάρχουν εκατοντάδες αισθητήρες στο δορυφόρο για να παρακολουθούν την πίεση στις δεξαμενές καυσίμων, την τάση, το ρεύμα στη μονάδα ρυθμιζόμενης ισχύος, το ρεύμα που τραβάει κάθε υποσύστημα και κρίσιμες τάσεις και ρεύματα στα τηλεπικοινωνιακά ηλεκτρονικά.

Η θερμοκρασία μερικών υποσυστημάτων είναι πολύ σημαντική και πρέπει να διατηρείται εντός προκαθορισμένων ορίων, γι' αυτό υπάρχουν πολλοί αισθητήρες θερμοκρασίας.

Οι πληροφορίες των αισθητήρων, η κατάσταση του κάθε υποσυστήματος και οι θέσεις των διακοπών στο τηλεπικοινωνιακό σύστημα στέλνονται στον επίγειο σταθμό με το σύστημα τηλεμετρίας. Το σύστημα τηλεμετρίας μεταφέρει επίσης πληροφορίες για τη θέση του δορυφόρου, προκειμένου να εντοπιστεί η περίπτωση που ο δορυφόρος "βλέπει" σε λάθος κατεύθυνση.

Οι πληροφορίες τηλεμετρίας συνήθως ψηφιοποιούνται και μεταδίδονται διαμορφωμένες κατά PSK με τη βοήθεια μιας χαμηλής ισχύος φέρουσας και τεχνικής πολυπλεξίας διαίρεσης χρόνου.

Επίσης, ο ρυθμός μετάδοσης πληροφορίας είναι χαμηλός, έτσι ώστε ο δέκτης στον επίγειο σταθμό να έχει μικρό εύρος ζώνης και έτσι να διατηρεί υψηλό λόγο C/N. Ένα πλαίσιο TDM μπορεί να περιέχει χιλιάδες bit πληροφορίας και να χρειαστεί κάποια δευτερόλεπτα για να μεταδοθεί.

Στον επίγειο σταθμό χρησιμοποιείται ένας υπολογιστής που δέχεται, αποθηκεύει και αποκωδικοποιεί τις πληροφορίες τηλεμετρίας, έτσι ώστε η κατάσταση κάθε συστήματος ή αισθητήρα στο δορυφόρο να μπορεί να καθοριστεί κατευθείαν από το επίγειο σύστημα ελέγχου.

Συστήματα συναγερμού μπορούν να ενεργοποιηθούν αν οποιαδήποτε ζωτικής σημασίας παράμετρος υπερβεί τα επιτρεπτά όρια [55].

### Σύστημα παρακολούθησης δορυφόρου

Μια σειρά από τεχνικές είναι διαθέσιμες για τον καθορισμό της τροχιάς ενός δορυφόρου. Οι αισθητήρες ταχύτητας και επιτάχυνσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον εντοπισμό της αλλαγής τροχιάς από την τελευταία καταγεγραμμένη θέση.

Ο επίγειος σταθμός μπορεί επίσης να παρατηρήσει την ολίσθηση Doppler από τη φέρουσα της τηλεμετρίας ή τη φέρουσα του πομπού.

Μαζί με τις ακριβείς μετρήσεις γωνίας από την κεραία του επίγειου σταθμού, η μέτρηση της απόστασης του δορυφόρου χρησιμοποιείται για τον καθορισμό των χαρακτηριστικών της τροχιάς του. Αυτό μπορεί να γίνει με την μετάδοση ενός παλμού ή μιας παλμοσειράς από τον επίγειο σταθμό στο δορυφόρο και την παρατήρηση της χρονικής καθυστέρησης μέχρι τη λήψη αυτού του σήματος από τον επίγειο σταθμό.

Η καθυστέρηση διάδοσης στο δορυφόρο πρέπει να είναι γνωστή επακριβώς και περισσότεροι από ένα επίγειο σταθμό μπορούν να κάνουν μετρήσεις της απόστασης. Με όργανα μέτρησης ακριβείας και τη χρήση 42 περίπου επίγειων σταθμών με αρκετή απόσταση μεταξύ τους, η θέση του δορυφόρου μπορεί να καθοριστεί με απόκλιση 10 μέτρων [41].

### Σύστημα Εντολών

Μια ασφαλής και αποτελεσματική δομή συστήματος εντολών είναι απαραίτητη για την επιτυχή εκτόξευση και λειτουργία ενός οποιουδήποτε τηλεπικοινωνιακού δορυφόρου. Το σύστημα εντολών χρησιμοποιείται για αλλαγές στη θέση, για διορθώσεις στην τροχιά και για έλεγχο του τηλεπικοινωνιακού συστήματος.

Η δομή του συστήματος εντολών πρέπει να είναι τέτοια ώστε να αποτρέπονται η μη εξουσιοδοτημένη προσπάθεια αλλαγής της λειτουργίας του δορυφόρου και οι εντολές που προέκυψαν από λανθασμένες μετρήσεις.

Το κωδικοποιημένο σήμα ελέγχου μετατρέπεται σε κωδικοποιημένη λέξη και μεταδίδεται σε ένα πλαίσιο **TDM** προς το δορυφόρο. Μετά τον έλεγχο εγκυρότητας στο δορυφόρο, η κωδικοποιημένη λέξη στέλνεται πίσω στο σταθμό ελέγχου διαμέσου της ζεύξης τηλεμετρίας όπου και ελέγχεται ξανά στον υπολογιστή. Αν έχει ληφθεί σωστά, μια εντολή εκτέλεσης στέλνεται στο δορυφόρο και η όλη διαδικασία διαρκεί **5 με 10 sec**, αλλά με αυτόν τον τρόπο ελαχιστοποιείται ο κίνδυνος αποστολής λανθασμένων εντολών.

Οι ζεύξεις εντολών και τηλεμετρίας συνήθως είναι ξεχωριστές από το τηλεπικοινωνιακό σύστημα αν και μπορεί να λειτουργούν στην ίδια ζώνη συχνοτήτων (**6 και 4 GHz**).

### **Σύστημα ισχύος**

Όλοι οι δορυφόροι παίρνουν την ηλεκτρική ενέργεια που χρειάζονται από ηλιακές κυψέλες που μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια σε ηλεκτρική. Σε πειραματικούς δορυφόρους χρησιμοποιήθηκε θερμοπυρηνική ενέργεια, αλλά λόγω της επικινδυνότητάς της εγκαταλείφθηκε.

Ο ήλιος είναι μια πολύ ισχυρή πηγή ενέργειας. Στο απόλυτο κενό του διαστήματος, στο γεωστατικό ύψος, η ακτινοβολία που δέχεται ο δορυφόρος έχει ένταση **1,39 kW/m<sup>2</sup>**. Οι ηλιακές κυψέλες δε μετατρέπουν όλη αυτή τη στιγμιαία ενέργεια σε ηλεκτρική. Πιο συγκεκριμένα, η απόδοσή τους είναι γύρω στο 20 με 25% στην αρχή της ζωής του δορυφόρου (BOL) αλλά μειώνεται με τον καιρό. Το γεγονός αυτό οδηγεί στη χρήση 15% περισσότερης επιφάνειας ηλιακών κυψελών απ' ότι επαρκεί κανονικά, έτσι ώστε ο δορυφόρος να λειτουργεί αποτελεσματικά μέχρι το τέλος ζωής του (EOL).

Εκτός από τις ηλιακές κυψέλες ο δορυφόρος διαθέτει και **μπαταρίες** που χρησιμοποιούνται κατά τη διάρκεια της εκτόξευσής του, αλλά και κατά τη διάρκεια των εκλείψεων. Οι μπαταρίες αυτές φορτίζονται όταν δεν χρησιμοποιούνται από την ενέργεια των ηλιακών κυψελών και συνήθως έχουν τάση **20 με 50 V** και χωρητικότητα από **20 έως 100 Ah** [55].

## **5.4 Χρήση WSNs στην τηλεϊατρική**

### ***Εισαγωγή στα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων WSNs (Wireless Sensor Networks)***

Η πρόοδος στις ασύρματες επικοινωνίες γενικότερα, στον ενσωματωμένο υπολογισμό (embedded computing), στα VLSI (Very large Scale Integration circuits) κυκλώματα χαμηλής κατανάλωσης και κυρίως στην τεχνολογία των ηλεκτρομηχανικών συστημάτων (MEMS – Micro Electro Mechanical Systems) έχουν συντελέσει στην ανάπτυξη πολυλειτουργικών αισθητήρων (smart sensors) χαμηλής ισχύος και κόστους για να μπορούν να παραχθούν και να παραταχθούν σε μεγάλο αριθμό με αποτέλεσμα οι πόροι τους να είναι εξαιρετικά περιορισμένοι όσον αφορά την ενέργεια, τη μνήμη, το εύρος ζώνης επικοινωνίας και την υπολογιστική τους ικανότητα.

Επίσης, είναι μικρού μεγέθους ενεργειακά αυτόνομοι, αποτελούνται από επιμέρους τμήματα αίσθησης, επεξεργασίας δεδομένων της επικοινωνίας και είναι ικανοί να αντιδρούν σε μεταβολές φυσικών φαινομένων του περιβάλλοντος.

Οι αισθητήρες αυτοί μπορούν να επικοινωνήσουν σε σχετικά μικρές αποστάσεις μεταξύ τους και έχουν τη δυνατότητα ασύρματης επικοινωνίας. Τα WSNs αποτελούν μια σημαντική αναβάθμιση των απλών αισθητήρων και χρησιμοποιούνται κυρίως για την παρατήρηση και τον έλεγχο του φυσικού περιβάλλοντος όταν η πρόσβαση γίνεται δύσκολη.

Συνήθως, είναι ad-hoc δίκτυα, που αποτελούνται από έναν κεντρικό αποδέκτη και μερικές δεκάδες ή και εκατοντάδες μικρούς περιφερειακούς κόμβους-αισθητήρες. Οι κόμβοι αυτοί έχουν την ικανότητα να επεξεργάζονται πρωτογενή δεδομένα και να μοιράζονται την πληροφορία που οι ίδιοι επεξεργάστηκαν με τους γειτονικούς κόμβους. Στόχος του δικτύου, ανεξαρτήτου τοπολογίας και πρωτοκόλλων, είναι η ροή δεδομένων από τον κεντρικό αποδέκτη προς τους κόμβους και αντιστρόφως.

Προκύπτει λοιπόν ότι κάθε WSN συμπεριφέρεται σαν ένα κεντριοποιημένο σύστημα με τους κόμβους να είναι κατανεμημένοι και συνεργαζόμενοι πιο συγκεκριμένα, σαν ένα σύστημα βάσης δεδομένων, το οποίο χρησιμοποιεί ένα δίκτυο με περιορισμένους πόρους στοχεύοντας στη συλλογή δεδομένων και στην καταγραφή συμβάντων.

### **Ιδιότητες των WSN**

Οι βασικές ιδιότητες των WSN συνοψίζονται στα παρακάτω σημεία:

- Η ύπαρξη πολλών κόμβων-αισθητήρων σε ένα δίκτυο, η οποία προσφέρει υψηλή συχνότητα δειγματοληψίας και υψηλή ανάλυση αφού λαμβάνονται περισσότερες μετρήσεις.
- Το χαμηλό κόστος κυρίως λόγω έλλειψης καλωδίωσης.
- Η χαμηλή κατανάλωση ενέργειας.
- Η δυνατότητα αυτο-οργάνωσής τους χωρίς την ανάγκη ανθρώπινης παρέμβασης.
- Η ανάπτυξη της ασύρματης δικτύωσης.
- Η αυξημένη χωρική πυκνότητα της διάταξης τους, η οποία παρέχει μεγαλύτερη ανοχή σε σφάλματα.
- Η δυνατότητα λειτουργίας τους σε ακραίες συνθήκες λόγω της εξέλιξης των μικροηλεκτρικών συστημάτων.

- Η μεγάλη ποικιλία των τύπων των αισθητήρων όπως οι θερμικοί, μαγνητικοί, σεισμικοί, οπτικοί αισθητήρες, αισθητήρες ακουστικών συχνοτήτων και πολλοί άλλοι.
- Επικοινωνία περιορισμένου βεληνεκούς και δρομολόγηση multi-hop<sup>4</sup>.
- Συχνά μεταβαλλόμενη τοπολογία εξαιτίας της εξασθένησης του σήματος και της αστοχίας των κόμβων.

### **Εφαρμογές των δικτύων WSN**

Τα WSNs εφαρμόστηκαν αρχικά για τη “συλλογή δεδομένων” από περιβάλλοντα όπου ήταν δύσκολο να υφίσταται ανθρώπινη παρουσία και έπειτα χρησιμοποιήθηκαν για τον εντοπισμό συμβάντων ή θέσεων, όπως κινούμενων αντικειμένων ή σεισμικών δραστηριοτήτων.

Η τρίτη και αναδυόμενη εφαρμογή τους βρίσκεται μεταξύ των άλλων δύο, και είναι η λεγόμενη “ανίχνευση καταστάσεων”. Σε αυτή την περίπτωση τα WSNs καταγράφουν συγκεκριμένα συμβάντα και τιμές στο χώρο από την παρακολούθηση των οποίων είναι δυνατή η αξιολόγηση των τιμών και ο προσδιορισμός καταστάσεων.

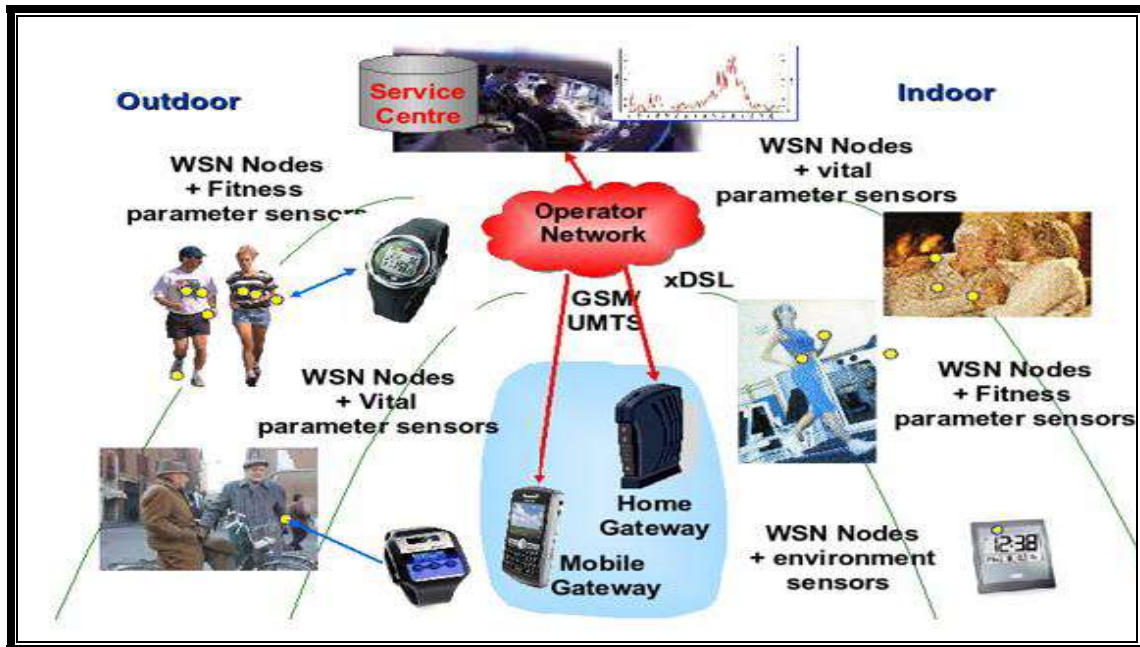
Μεγάλη κινητικότητα παρατηρείται τη σημερινή εποχή γύρω από τις εφαρμογές των ασύρματων δικτύων αισθητήρων, λόγω των πλεονεκτημάτων που παρέχουν και των χαρακτηριστικών τους που τα κάνουν κατάλληλα για χρήση σε όλο και περισσότερους τομείς, όπου τα κλασικά δίκτυα δεν μπορούν να ανταποκριθούν.

Οι αισθητήρες έχουν άπειρες εφαρμογές και ελάχιστες πλέον συσκευές δε χρησιμοποιούν κάποιας μορφής αισθητήρα. Μερικά από τα επιστημονικά και βιομηχανικά πεδία στα οποία ενδείκνυται η χρήση των WSNs, όπως παρουσιάζονται και στην εικόνα 5.8, είναι:

- Περιβαλλοντικές εφαρμογές
- Γεωργία
- Οικιακοί αυτοματισμοί
- Υγειονομική και φαρμακευτική περίθαλψη
- Επιτήρηση μηχανών και βιομηχανικές εφαρμογές
- Έλεγχος μεταφορών και συγκοινωνιών
- Εφαρμογές ασφαλείας

---

<sup>4</sup> Σε multi-hop ασύρματα δίκτυα, η επικοινωνία μεταξύ δύο κόμβων τέλους γίνεται μέσω ενός αριθμού από ενδιάμεσους κόμβους των οποίων η λειτουργία είναι να μεταδίδουν πληροφορίες από το ένα σημείο στο άλλο.



Εικόνα 5.8 : Εφαρμογές των δικτύων WSN [56].

### Εφαρμογή WSN στη τηλεϊατρική

Στον τομέα της τηλεϊατρικής δεν χρησιμοποιείται ο όρος WSN, αλλά ο όρος BSN (Body Sensor Area Network) ή pPAN (patient Personal Area Network) και αυτό συμβαίνει όχι μόνο λόγω της κατηγορίας των εφαρμογών αλλά και επειδή υπάρχουν διαφοροποιήσεις στα δίκτυα που σχετίζονται με τον τρόπο συγκρότησης, το υπό εξέταση αντικείμενό τους και τις ιδιότητές τους (όπως φαίνονται στην εικόνα 5.9).



Εικόνα 5.9 : Εφαρμογές WSN στη τηλεϊατρική [56].

Η ανάπτυξη των **προσωπικών δικτύων** που αφορούν στην τηλεϊατρική παρακολούθηση του ανθρώπινου σώματος είναι μία μεγάλη πρόκληση του μέλλοντος, καθώς το ανθρώπινο σώμα είναι επί της ουσίας ένα μικρής κλίμακας περιβάλλον και απαιτεί διάφορους τύπους παρακολούθησης και συχνοτήτων.

Η χρήση αυτών των δικτύων επιτυγχάνει μέσω της τηλεϊατρικής την κατά το δυνατόν αποδέσμευση του ασθενούς-χρήστη από τους νοσοκομειακούς περιορισμούς. Έτσι, μπορεί να επιτευχθεί ένα καλύτερο επίπεδο ζωής και πιο φθηνό κόστος ιατρικής περίθαλψης.

Ένα **τυπικό Wireless Body Area Network (WBAN)** αποτελείται από οικονομικές, ελαφριές και μικροσκοπικές πλατφόρμες αισθητήρων, καθεμία από τις οποίες περιλαμβάνει έναν ή περισσότερους φυσιολογικούς αισθητήρες, όπως αισθητήρες κίνησης, ηλεκτροκαρδιογραφήματα (ECG), ηλεκτρομυογραφήματα (EMG) και ηλεκτροεγκεφαλογραφήματα (EEG).

Χαρακτηριστικό παράδειγμα μιας τέτοιας εφαρμογής αποτελεί η περιπατητική (ambulatory) παρακολούθηση της δραστηριότητας του χρήστη. Οι αισθητήρες μπορούν να τοποθετηθούν πάνω στο σώμα σαν μικροσκοπικά, ευφυή αυτοκόλλητα, ενσωματωμένα στο ρουχισμό ή εμφυτευμένα κάτω από το δέρμα ή τους μύες.

Το **Body Area Network (BAN)** ορίζεται επίσημα από την IEEE 802.15 σαν “ένα” πρότυπο επικοινωνίας βελτιστοποιημένο για χαμηλής ισχύος συσκευές και λειτουργία πάνω, μέσα ή γύρω από το ανθρώπινο σώμα αλλά δεν περιορίζεται μόνο σε ανθρώπους. Με άλλα λόγια, ένα BAN είναι ένα σύστημα από συσκευές σε κοντινή γειτνίαση με το ανθρώπινο σώμα, που συνεργάζονται για το όφελος του χρήστη.

Το WBAN ή BAN αποτελείται από κινητούς και συμπαγείς επικοινωνούντες αισθητήρες, που μπορούν είτε να φορεθούν είτε να εμφυτευτούν στο ανθρώπινο σώμα παρακολουθώντας ζωτικές σωματικές παραμέτρους και κινήσεις. Αυτές οι συσκευές, οι οποίες επικοινωνούν με ασύρματες τεχνολογίες, εκπέμπουν δεδομένα από το σώμα σε έναν οικείο σταθμό βάσης, από όπου τα δεδομένα μπορούν να προωθηθούν σε ένα νοσοκομείο, κλινική ή οπουδήποτε αλλού, σε πραγματικό χρόνο.

Η τεχνολογία WBAN βρίσκεται ακόμη σε πρώιμο στάδιο και αποτελεί πεδίο έρευνας. Η τεχνολογία, από τη στιγμή που θα γίνει αποδεκτή και θα υιοθετηθεί, αναμένεται να

αποτελέσει σημαντική εξέλιξη στην ιατρική περίθαλψη, οδηγώντας στην πραγματοποίηση των ιδεών της τηλεϊατρικής.

Μερικές από τις κατηγορίες των εφαρμογών που συναντώνται σήμερα και παραδείγματα που έχουν προταθεί από Πανεπιστήμια ή από διάφορες εταιρείες είναι:

- Επίβλεψη για την εξάπλωση ιού σε περιοχή προσβεβλημένη από τον ιό.
- Απομακρυσμένη κατ' οίκον παρακολούθηση σε περιπτώσεις χρόνιων παθήσεων ή ηλικιωμένων ατόμων.
- Χρήση BSN στην εντατική ή στην μετεγχειρητική περίοδο για τη παρακολούθηση της πορείας του ασθενούς.
- Συστήματα καταγραφής κρίσιμων βιοσημάτων για την έγκαιρη και απομακρυσμένη παρακολούθηση έτσι ώστε να μπορούν να γίνουν αντιληπτές διάφορες ασθένειες ή δυσλειτουργίες και να επιτευχθεί η παρακολούθηση των ορίων κάποιων ουσιών στο ανθρώπινο σώμα [56].

## **5.5 Το WBAN οδηγός στην πραγματοποίηση ιδεών της τηλεϊατρικής**

Τα τελευταία χρόνια, τα φορητά συστήματα παρακολούθησης για την υγεία έχουν κερδίσει την προσοχή από διάφορους ερευνητές για να μειώσουν το κόστος του συστήματος υγείας. Για το σκοπό αυτό, διάφοροι αισθητήρες τοποθετούνται στα ρούχα, στο ανθρώπινο σώμα ή κάτω από το ανθρώπινο σώμα.

Αν αυτοί οι αισθητήρες εξοπλιστούν με μία ασύρματη διεπαφή, τότε η τεχνολογία που προκύπτει ονομάζεται Σωματικοί Αισθητήρες ή όπως είναι ευρέως διαδεδομένα Wirelless Body Area Network (WBAN). Ο όρος αυτός προτάθηκε αρχικά και προσέελκυσε το ενδιαφέρον διάφορων ερευνητών.

Ένα WBAN παρέχει συνεχή παρακολούθηση και ανατροφοδότηση σε πραγματικό χρόνο τόσο στον άνθρωπο που φέρει τον αισθητήρα αυτό όσο και στο ιατρικό προσωπικό. Επίσης, οι μετρήσεις μπορούν να καταγραφούν για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα με σκοπό να βελτιωθεί η ποιότητα των δεδομένων.

Τα προτερήματα της τεχνολογίας WBAN πηγάζουν από την ανάπτυξη της ασύρματης τεχνολογίας και της φορητής τεχνολογίας, γιατί έχουν σαν στόχο την ελαχιστοποίηση του βάρους - μεγέθους των αισθητήρων που είναι κριτικής σημασίας για την αποδοχή της τεχνολογίας από τους χρήστες, τη φορητότητα και την αξιοπιστία.



Η αρχιτεκτονική της συγκεκριμένης τεχνολογίας και οι συσκευές από τις οποίες αποτελείται ένα τυπικό σύστημα WBAN, θα παρουσιαστούν ενώ επίσης θα αναφερθούν ζητήματα ασφάλειας και διαχείρισης της ενέργειας στα συστήματα αυτά.

### **Παρακολούθηση Ασθενών**

Σύμφωνα με τον παγκόσμιο οργανισμό υγείας (World Health Organization) το 30% των θανάτων οφείλεται σε καρδιαγγειακές παθήσεις (CardioVascular Disease). Αυτοί οι θάνατοι μπορούν συχνά να αποφευχθούν με την κατάλληλη παρακολούθηση. Το παράδειγμα αυτό αποδεικνύει την ανάγκη για συνεχή παρακολούθηση και τη χρησιμότητα της τεχνολογίας WBAN.

*Η τεχνολογία WBAN παρέχει τη συνδεσιμότητα για να υποστηρίζονται οι ηλικιωμένοι ούτως ώστε να διαχειρίζονται σωστά την καθημερινότητά τους και την ιατρική τους κατάσταση.*

Οι αισθητήρες WBAN παρέχουν τη δυνατότητα για **συνεχή παρακολούθηση των βιολογικών παραμέτρων** ασχέτως αν ο ασθενής είναι στο νοσοκομείο, στο σπίτι ή σε κίνηση.

Επιπλέον, τα δεδομένα που συλλέγονται κατά τη διάρκεια ενός μεγάλου χρονικού διαστήματος μέσω των αισθητήρων WBAN παρέχουν πιο ξεκάθαρη άποψη στους γιατρούς από τα δεδομένα που συλλέγονται σε ένα μικρό χρονικό διάστημα κατά τη νοσηλεία στο νοσοκομείο. Οπότε, μέσω των αισθητήρων WBAN οι ασθενείς είναι ελεύθεροι να κινούνται ελεύθερα και όχι να μένουν σε ένα κρεβάτι ενός νοσοκομείου.

Ένας αισθητήρας WBAN μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη **βοήθεια των ανθρώπων με μειωμένες κινητικές ικανότητες**. Για παράδειγμα, ένας παραπληγικός μπορεί να εξοπλιστεί με αισθητήρες που θα προσδιορίζουν τις θέσεις των παιδιών ή με αισθητήρες που θα συνδέονται με τους νευρώνες. Πρόσθετα, οι αισθητήρες που τοποθετούνται στα πόδια μπορούν να διεγείρουν τους μύς των ποδιών.

Άλλη μία περιοχή που μπορεί να εφαρμοστούν οι αισθητήρες WBAN είναι η **περιοχή της δημόσιας ασφάλειας** όπου οι αισθητήρες αυτοί μπορούν να χρησιμοποιηθούν από πυροσβέστες, αστυνομικούς ή στρατιωτικές δυνάμεις. Οι αισθητήρες WBAN μπορούν για παράδειγμα να παρακολουθούν το **επίπεδο τοξικών στον αέρα** και να ενημερώνουν τους πυροσβέστες ή τις στρατιωτικές δυνάμεις αν μια ζωή κινδυνεύει από το επίπεδο που

ανιχνεύεται. Επίσης, οι αισθητήρες WBAN διευκολύνουν πολύ την αποτελεσματικότερη προπόνηση των επαγγελματιών ασθενών.

### **Τύποι συσκευών WBAN**

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται οι διάφοροι ασύρματοι τύποι συσκευών της τεχνολογίας WBAN:

- **Αισθητήρας (sensor)**

Μία συσκευή που συλλέγει βιολογικά δεδομένα, επεξεργάζεται τα δεδομένα και αν είναι απαραίτητο τότε ενημερώνει ασύρματα.

Η συσκευή αυτή αποτελείται από διάφορα μέρη, όπως το υλικό του αισθητήρα, μία μπαταρία, ένα επεξεργαστή, μνήμη και ένα πομπό ή δέκτη.

- **Ενεργοποιητής (actuator)**

Μία συσκευή που δρα σύμφωνα με τα δεδομένα που έχουν συλλεχθεί από τους αισθητήρες ή μέσω διάδρασης με το χρήστη.

Τα μέρη από τα οποία αποτελείται ένας ενεργοποιητής είναι παρόμοια με του αισθητήρα, δηλαδή το υλικό του ενεργοποιητή, μία μπαταρία, ένα επεξεργαστή, μνήμη και ένας πομπό ή δέκτη.

- **Προσωπική Συσκευή (Personal Device)**

Μία συσκευή που συλλέγει όλες τις πληροφορίες που συλλέγονται από τους αισθητήρες και τους ενεργοποιητές και πληροφορεί το χρήστη είτε μέσω ενός ενεργοποιητή είτε μέσω κάποιων LED. Τα μέρη από τα οποία αποτελείται η συσκευή είναι μια μπαταρία, ένας μεγάλος επεξεργαστής, μνήμη και ένας δέκτης.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η συσκευή αυτή ονομάζεται επίσης και Μονάδα Ελέγχου Σώματος (Body Control Unit). Πολλοί διαφορετικοί τύποι αισθητήρων και ενεργοποιητών χρησιμοποιούνται στην τεχνολογία WBAN. Ο αριθμός των αισθητήρων και ενεργοποιητών που χρησιμοποιούνται επίσης περιορίζεται από τη φύση του δικτύου. Ο αριθμός αυτός κυμαίνεται στην περιοχή από 20 έως 50.

### **Τύποι αισθητήρων**

Οι αισθητήρες που χρησιμοποιούνται στα WBAN μπορούν να καταταγούν στις παρακάτω κατηγορίες:

- Ηλεκτρόδια για τη μέτρηση ηλεκτροκαρδιογραφήματος, ηλεκτρομυογραφήματος και ηλεκτροεγκεφαλογραφήματος.
- Ένας αισθητήρας ηλεκτροκαρδιογραφήματος (ECG-electrocardiogram) για παρακολούθηση της καρδιακής δραστηριότητας.
- Ένας αισθητήρας ηλεκτρομυογραφήματος (EMG-electromyography) για παρακολούθηση μυϊκής δραστηριότητας.
- Ένας αισθητήρας ηλεκτροεγκεφαλογραφήματος (EEG-electroencephalography) για παρακολούθηση της εγκεφαλικής ηλεκτρικής δραστηριότητας.
- Αισθητήρας αρτηριακής πίεσης.
- Αισθητήρας κλίσης για την παρακολούθηση της θέσης του κορμού.
- Αισθητήρας αναπνοής για την παρακολούθηση της αναπνοής.
- Αισθητήρες κίνησης που χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση της δραστηριότητας του χρήστη.
- Οξύμετρα παλμών/σφυγμών για τη μέτρηση του κορεσμού του οξυγόνου.
- Άλλοι αισθητήρες.

### **Εφαρμογές στην Υγεία**

Η τεχνολογία WBAN βρίσκει άμεση εφαρμογή στο χώρο της υγείας με την παρακολούθηση των ασθενών, οι οποίοι δε χρειάζεται να βρίσκονται στο νοσοκομείο αλλά μπορούν να κινούνται στο φυσικό τους περιβάλλον.

Το έργο CodeBlue στο Πανεπιστήμιο Harvard αφορά ένα νοσοκομειακό περιβάλλον όπου πολλαπλοί κόμβοι μπορούν να τοποθετηθούν σε κάποιο τοίχο. Έτσι οι ασθενείς μπορούν να εγγραφούν στο δίκτυο αυτό με τη διαδικασία της πολυεκπομπής.

Βασισμένο στην αρχιτεκτονική του έργου CodeBlue είναι και το έργο Advanced Health and Disaster Aid Network (AID-N) που κατασκευάζεται στο Πανεπιστήμιο John Hopkins για μαζικά ατυχήματα που μπορούν να τύχουν σε ασθενείς. Στο έργο αυτό έχουν προστεθεί πρόσθετες ασύρματες δυνατότητες, όπως WiFi και κυψελωτά δίκτυα. Ένα άλλο έργο που αναπτύσσεται είναι το Wearable Health Monitoring Systems (WHMS), που δημιουργήθηκαν από το Πανεπιστήμιο Alabama και στοχεύει σε μεγάλης κλίμακας τηλεϊατρικά συστήματα για παρακολούθηση ασθενών.

Αντίθετα με τα έργα CodeBlue και AID-N, το WHMS έχει μια τοπολογία αστέρα για κάθε ασθενή, που συνδέεται μέσω WiFi ή κυβελωτού δικτύου σε ένα ιατρικό πάροχο [57].

Το δορυφορικό internet περιγράφεται στην επόμενη παράγραφο.

## 5.6 Δορυφορικό Internet

### Εισαγωγή

Η παροχή ευρυζωνικών υπηρεσιών (broadband) με υψηλές ταχύτητες επιτυγχάνεται μέσω του Δορυφορικού Internet (Internet over Satellite). Το δορυφορικό Internet μπορεί να υποστηρίξει ένα πλήθος εφαρμογών όπως είναι η τηλεκπαίδευση, τηλεϊατρική, VoIP, Web-browsing, Video Broadcasting/Multicasting over IP, Αυτόματες Ταμειακές Μηχανές (ATM), διασύνδεση λογισμικού ERP, εγκατάσταση WiFi Hot Spots κ.τ.λ. σε όλη την Ελλάδα ανεξαρτήτως καιρικών συνθηκών ή περιοχής.

Το δορυφορικό Internet υψηλής ταχύτητας (broadband) παρέχεται με δύο τρόπους : μονόδρομη σύνδεση και αμφίδρομη σύνδεση.

Ο πρώτος αφορά σε **μονόδρομη (unicast) δορυφορική σύνδεση**, που επιτρέπει μόνο downloading (κατέβασμα αρχείων). Πρόκειται δηλαδή για ένα συνδυασμό επίγειας και δορυφορικής σύνδεσης και ο υπολογιστής πρέπει να έχει μια επίγεια σύνδεση στο Internet και μία κάρτα για λήψη σήματος DVB (Digital Video Broadcast), με το κατάλληλο λογισμικό για να λάβει τα δεδομένα και να τα δώσει ως IP πακέτα στο λειτουργικό σύστημα. Υπάρχουν βέβαια και ειδικά δορυφορικά modem, αλλά το κόστος τους είναι πολύ μεγαλύτερο από μια κάρτα DVB.

Η σύνδεση στο Διαδίκτυο επιτυγχάνεται μέσω κάποιου proxy, ή socks server στην οποία ο χρήστης ζητά μέσω της επίγειας σύνδεσής του κάποια δεδομένα, και ο server (εξυπηρετητής) της δορυφορικής υπηρεσίας τοποθετεί αυτά τα πακέτα στο data stream (ροή δεδομένων) που εκπέμπεται από το δορυφόρο.

Η εταιρία που παρέχει την υπηρεσία ανοικιάζει συνήθως ένα κύκλωμα σε ένα δορυφόρο. Στο δορυφόρο εκπέμπεται ένα μεγάλο stream, μέσα στο οποίο υπάρχουν τα δεδομένα όλων των χρηστών. Ο δορυφόρος επανεκπέμπει αυτό το stream προς τη Γη και αυτό λαμβάνεται από όλους τους χρήστες, με αποτέλεσμα να επαφίεται στην ευχέρεια του

υπολογιστή του χρήστη να φιλτράρει τα δεδομένα που απευθύνονται σε αυτόν και να τα χειριστεί με τρόπο κατάλληλο.

Οι ταχύτητες που επιτυγχάνονται στο μονόδρομο δορυφορικό Internet είναι της τάξεως του 1-2 Mbps. Συνήθως η ονομαστική ταχύτητα είναι 2Mbps, αλλά δεν επιτυγχάνεται πάντοτε, λόγω φόρτου στο επίγειο δίκτυο που διασυνδέει την εταιρία παροχής με το υπόλοιπο Διαδίκτυο.

Ωστόσο, οι κάρτες DVB αναφέρουν στα τεχνικά τους χαρακτηριστικά τα 192Mbps ως μέγιστο ρυθμό διαμεταγωγής δεδομένων.

Υποκατηγορία της μονόδρομης σύνδεσης είναι η multicast σύνδεση, η οποία συνήθως προσφέρεται ως επιπλέον δώρο στις συνδρομές. Η εταιρία που παρέχει τη σύνδεση στέλνει αρχεία και προγράμματα μέσω του δορυφόρου, τα οποία μπορούν να κατεβάσουν όλοι οι συνδρομητές της (ή ομάδες συνδρομητών της). Τα αρχεία αυτά μπορεί να τα επιλέγει η ίδια η εταιρία, ή μπορεί να τα ζητά ο κάθε χρήστης ξεχωριστά. Πλεονέκτημα της σύνδεσης αυτής για την εταιρία είναι ότι με ένα μόνο stream (κάτι σαν ένα τηλεοπτικό κανάλι μέσα σε ένα "μπουκέτο") εξυπηρετούνται όλοι οι χρήστες της, σε αντίθεση με την απλή μονόδρομη, όπου κάθε χρήστης καταλαμβάνει ένα μέρος της χωρητικότητας του αναμεταδότη. Αυτός είναι λόγος που δεν είναι απαραίτητη η επίγεια σύνδεση όταν βέβαια τα αρχεία τα επιλέγει ο ίδιος ο πάροχος.

Ο δεύτερος τρόπος δορυφορικής σύνδεσης, ο οποίος ανεξαρτητοποιεί εντελώς το χρήστη από τα επίγεια καλώδια και τον ΟΤΕ, είναι η **αμφίδρομη δορυφορική** (two-way satellite Internet). Αυτός ο τρόπος διασύνδεσης λύνει κυριολεκτικά τα χέρια σε εταιρίες και σε όσους ιδιώτες "αντέχουν" το κόστος, που προκρίνουν την ανεξαρτησία τους σε ότι αφορά τις επίγειες τηλεφωνικές γραμμές, ή γραμμές δεδομένων (data).

Είναι δε ιδανικός για εταιρίες που διαθέτουν παραγωγικές μονάδες σε δύσβατες τοποθεσίες, όπως π.χ. ιχθυοκαλλιέργειες, κτηνοτροφικές μονάδες, αλλά και για εταιρίες με μεγάλη γεωγραφική διασπορά, που έχουν ανάγκη ενός αξιόπιστου **Intranet**.

Στην προκειμένη περίπτωση ο απαιτούμενος εξοπλισμός είναι αρκετά διαφορετικός, μιας και απαιτείται ένας υπολογιστής και ένα modem εξοπλισμένο με πομπό και δέκτη. Δεν απαιτείται proxy server, καθώς η σύνδεση σε επίπεδο δικτύου δεν διαφέρει σε τίποτα από μια οποιαδήποτε σύνδεση βασισμένη σε PPP (Point to Point Protocol, πρωτόκολλο με το

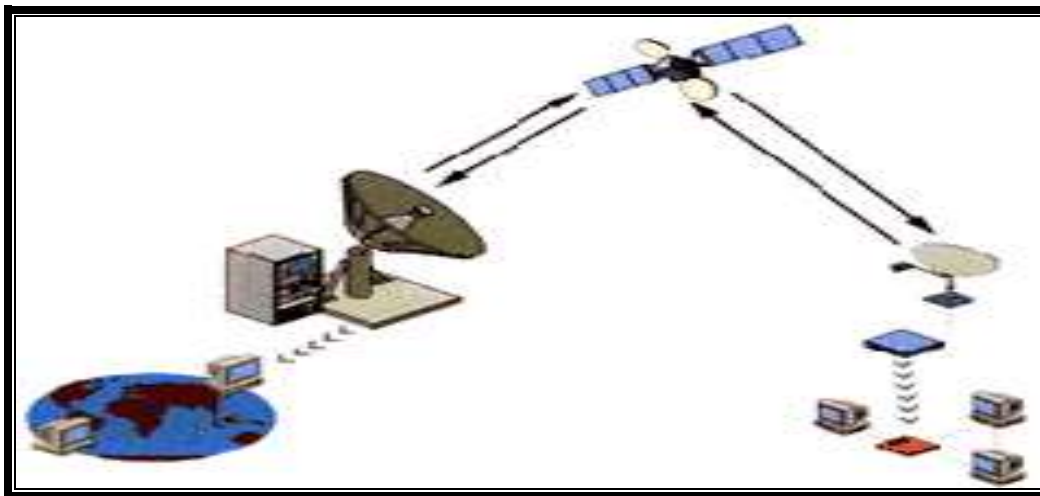
οποίο μπορεί κανείς να συνδεθεί στο Internet μέσω τηλεφώνου). Αξίζει να αναφερόμαι ότι το Ethernet το πιο διαδεδομένο τρόπος σύνδεσης H/Y σε τοπικό δίκτυο.

Ο χρήστης αποστέλλει τα δεδομένα ενθυλακωμένα σε DVB MPEG-2 stream. Η εκπομπή γίνεται συνήθως στα 14,5GHz περίπου και η λήψη στα 11,5GHz, όπως δηλαδή και στο μονόδρομο Internet, μόνο που στη μονόδρομη σύνδεση εκπέμπει μόνο ένας κεντρικός server με ισχύ εκπομπής της τάξης του 1 Watt. Κάποιος άλλος χρήστης, λοιπόν, μπορεί να λάβει αυτά τα δεδομένα και χρησιμοποιώντας τις ίδιες τεχνικές όπως παραπάνω να τα επεξεργαστεί.

Η μέγιστη ταχύτητα που προσφέρεται σε αυτές τις υπηρεσίες εξαρτάται από τον παροχέα Διαδικτύου (ISP, Internet Service Provider) και θεωρητικά μπορεί να είναι της τάξεως των εκατοντάδων Mbit.

Παρόλα αυτά, για οικονομικούς κυρίως λόγους, αλλά και εξαιτίας του προβλήματος διασύνδεσης της εταιρίας που παρέχει την υπηρεσία, οι συνδέσεις είναι συνήθως πολύ χαμηλής ταχύτητας για τα δορυφορικά δεδομένα.

Ο ρυθμός διαμεταγωγής του uplink κυμαίνεται από 128Kbps έως και 1Mbps και για το downlink από 512Kbps έως 2Mbps. Η τεχνολογία αυτή είναι ιδανική για δημιουργία Intranet. Σε αυτή την περίπτωση, τα δεδομένα θα εκπέμπονται από τον αποστολέα προς το δορυφόρο, η δε λήψη τους θα γίνεται απευθείας από τον παραλήπτη. Μια τέτοια σύνδεση δεν θα επηρεάζεται από ώρες αιχμής και από το πρόβλημα της σύνδεσης του συστήματος προς το Internet. Μια κλασική διάταξη του δορυφορικού internet φαίνεται στην παρακάτω εικόνα [55].



**Εικόνα 5.10 : Δορυφορικό internet [55]**

### **Χρήση δορυφόρων στη μετάδοση δεδομένων**

Οι δορυφόροι αποτελούν αναπόσπαστα μέρη των συστημάτων επικοινωνίας, λόγω των μοναδικών χαρακτηριστικών τους. Μερικές από τις ιδιότητές τους, όπως η χαμηλού κόστους παγκόσμια κάλυψη, η μεγάλη δυναμικότητα, η ευρεία πρόσβαση και το μεγάλο εύρος ζώνης των συνδέσμων τους, αποτελούν σημαντικά *πλεονεκτήματα*, που τους καθιστούν ελκυστική λύση για την επίτευξη ταχύτερης πρόσβασης στο Internet.

Από την άλλη πλευρά, κάποιες άλλες ιδιότητές τους όπως η καθυστέρηση διάδοσης, η πιθανότητα σφαλμάτων λόγω θορύβου – χαμηλή ποιότητα των ασύρματων καναλιών, είναι υπολογίσιμα *μειονεκτήματα*.

Στα μελλοντικά σχέδια για δορυφορικό Internet προβλέπουν τη δημιουργία στόλων από δορυφόρους LEO (οι οποίοι τοποθετούνται σε χαμηλή τροχιά, 200-3.000 χλμ. πάνω από τη Γη). Με αυτό τον τρόπο μετριάζεται το πρόβλημα της χρονικής καθυστέρησης, λόγω των πολύ μικρότερων αποστάσεων. Παράλληλα, οι απώλειες στο σήμα θα είναι μικρότερες, άρα η ποιότητα της σύνδεσης θα είναι καλύτερη, κατ' επέκταση και η διαθεσιμότητα.

Στην περίπτωση του αμφίδρομου δορυφορικού Internet, η απαίτηση σε ισχύ εκπομπής από το χρήστη θα είναι πολύ μικρότερη με αποτέλεσμα ο εξοπλισμός να είναι φθηνότερος και πιο προσιτός στο ευρύ κοινό. Παρόλα αυτά, η υλοποίηση διασύνδεσης με δορυφόρους χαμηλής τροχιάς έχει υψηλό κόστος, καθώς απαιτούνται πολλοί περισσότεροι δορυφόροι προκειμένου να καλυφθεί η επιφάνεια της γης.

### **Δορυφορική ψηφιακή πλατφόρμα του ΟΤΕ**

Από τις αρχές του 2000, η δορυφορική ψηφιακή πλατφόρμα (ΔΨΠ) του ΟΤΕ εκπέμπει πιλοτικά μέσω του Δορυφορικού Οργανισμού EUTELSAT στο δορυφόρο HOTBIRD 3, στις 13°E στον αναμεταδότη 74, στη συχνότητα λήψης 12.188 MHz, η οποία έχει προμηθευτεί το σύστημα Internet Over Satellite (IOS) της INTPAKOM, το οποίο υποστηρίζει υπηρεσίες unicast (τεχνικές μονοσημειακής μετάδοσης) και multicast (τεχνικές πολυσημειακής μετάδοσης).

Η υποδομή unicast επιτρέπει την παροχή υπηρεσιών δορυφορικού Internet από παρόχους (ISP), ενώ υποστηρίζονται multicast εφαρμογές, όπως τηλεεκπαίδευση (Mentor), διανομή

και διαχείριση ηλεκτρονικών Αρχείων (Document Distribution) καθώς και το δίκτυο παρουσιάσεων-διαφημίσεων με υποστήριξη Info-kiosks (I-star).

### **Παροχή υπηρεσιών δορυφορικού internet**

Οι βασικότερες υπηρεσίες που υλοποιούν οι εταιρίες παροχής δορυφορικού Internet είναι:

**Push services:** Αφορά κυρίως στο μονόδρομο Διαδίκτυο. Ο χρήστης, ενώ είναι συνδεδεμένος με τον τοπικό ISP, επιλέγει κάποια μεγάλα σε όγκο αρχεία, και στη συνέχεια κλείνει την επίγεια σύνδεσή του.

Το αρχείο κατεβαίνει στον υπολογιστή του μέσω ειδικών πρωτοκόλλων μονόδρομης σύνδεσης. Τα πρωτόκολλα αυτά διαθέτουν εξελιγμένο σύστημα διόρθωσης σφαλμάτων, καθώς δεν μπορούν να παράσχουν επιβεβαίωση αποστολής, λόγω της μονόδρομης σύνδεσης.

Μια ακόμη δυνατότητα που μπορεί να υλοποιηθεί είναι η ειδοποίηση για εισερχόμενα e-mail, ακόμα και όταν ο χρήστης δεν είναι συνδεδεμένος με την επίγεια υπηρεσία. Ένας εξυπηρετητής (server) ελέγχει τη θυρίδα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου του χρήστη σε τακτά χρονικά διαστήματα και στέλνει τα μηνύματα με τον ίδιο τρόπο στον υπολογιστή του, χωρίς να ανοίξει η επίγεια σύνδεση.

**Video on Demand:** Συνήθως για αυτή την υπηρεσία υπάρχει κάποια ιστοσελίδα, μέσω της οποίας ο χρήστης επιλέγει να δει κάποιο αρχείο βίντεο (μια ταινία, για παράδειγμα). Το βίντεο στέλνεται σε μορφή δεδομένων μέσω δορυφόρου και γίνεται η αναπαραγωγή του στον υπολογιστή του χρήστη.

**Πλοήγηση:** Το ‘‘σερφάρισμα’’ είναι ο κλασικός τρόπος χρήσης του Internet από το πλατύ κοινό. Στις δορυφορικές συνδέσεις παρατηρείται μια μικρή καθυστέρηση στην αρχή, καθώς στέλνονται πακέτα δεδομένων προτού ξεκινήσει η εισροή των δεδομένων της επιλεγμένης ιστοσελίδας. Μετά το πέρας αυτής της διαδικασίας, η σελίδα μεταφέρεται με πολύ υψηλές ταχύτητες στον υπολογιστή του χρήστη.



## **Hellas Sat-2 και δορυφορικό internet**

### **Πλεονεκτήματα**

Το μεγάλο εύρος κάλυψης που διαθέτει ο δορυφόρος **Hellas-Sat 2**, επιτρέπει τη σύνδεση απομακρυσμένων σημείων με υψηλές ταχύτητες ακόμα και σε σημεία που δεν υπάρχει επίγεια υποδομή μέσα σε μερικές ώρες και αυτό αποτελεί σοβαρό πλεονέκτημα αν ληφθεί υπόψη το υψηλό κόστος το οποίο απαιτείται για τη δημιουργία επίγειας υποδομής.

Ένας άλλος λόγος που καθιστά την υπηρεσία **Hellas SAT net** ιδανική λύση, είναι ότι με την τεχνολογία DVB-RCS είναι πολύ εύκολο να σταλεί το ίδιο μήνυμα σε πολλαπλούς χρήστες (multicast υπηρεσίες), το video on demand, VoIP (Voice over IP), Video conference. Σε αυτού του είδους τις εφαρμογές αν και ο όγκος των δεδομένων είναι πολύ μεγάλος, μπορεί όμως να εξυπηρετηθεί από τις μεγάλες ταχύτητες του internet over satellite.

### **Τεχνικά χαρακτηριστικά του δορυφορικού internet**

Η αμφίδρομη σύνδεση που παρέχεται από την υπηρεσία Hellas SAT net δίνει την δυνατότητα ανεξαρτητοποίησης του χρήστη. Ο χρήστης επικοινωνεί αμφίδρομα μέσω ενός κεντρικού HUB (κεντρικός διανομέας υπολογιστών) με άλλους χρήστες και μπορεί να κατεβάζει δεδομένα web-browsing να έχει όλες τις υπηρεσίες Διαδικτύου (Internet, Web Browsing, e-mail, video on demand, VoIP, Teleconferencing, Telemedicine, Telecommuting, Virtual Private Network, IP cameras).

Ο απαιτούμενος εξοπλισμός αποτελείται από το δορυφορικό modem που συγχρόνως λειτουργεί και ως IP router, έναν υπολογιστή και το δορυφορικό κάτοπτρο με διάμετρο συνήθως 90cm.

Ο χρήστης αποστέλλει τα δεδομένα ενθυλακωμένα σε DVB-MPEG2 data stream. Η εκπομπή γίνεται στην ζώνη Ku (13.75-14.5GHz) με λήψη από (10.95-12.75 GHz) και η ισχύς κατά την εκπομπή είναι της τάξεως των 2-4 Watt.

Η υπηρεσία έχει την δυνατότητα για ρυθμούς μετάδοσης των δεδομένων στο download από 512 Kbit/sec μέχρι και 45 Mbit/sec ενώ στο Upload από 128Kbit/sec μέχρι και

8Mbit/sec. Επειδή ο δορυφόρος “βλέπει” όλη την Ευρώπη, και την λεκάνη της Μεσογείου, είναι σε θέση να λύσει όλα τα προβλήματα ευρυζωνικότητας στην Ελλάδα.

Σε πρώτη φάση παρέχονται στο κοινό οι εξής υπηρεσίες:

- 512 kbps/256 kbps
- 1 Mbps /256 kbps
- 1 Mbps /512 kbps
- 2 Mbps /512 kbps [55].

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

### 6. Τηλεϊατρική και Ναυσιπλοΐα

#### 6.1 Εισαγωγή

Στον πυρήνα της ιατρικής στο Ναυτικό βρίσκεται η Πρωτοβάθμια Παροχή Φροντίδας που λαμβάνει χώρα στα πλοία, τα υποβρύχια, τα τάγματα του Ναυτικού, τις κλινικές καθώς και τα νοσοκομεία του Ναυτικού. Στις αρμοδιότητες των υπευθύνων ανήκουν η πρωτοβάθμια φροντίδα, συμπεριλαμβανομένου της πρόληψης, και της περιβαλλοντικής ιατρικής.

Τα ναυτικά πρωτοβάθμια όργανα υγείας είναι από τα πλέον απομακρυσμένα του κόσμου και έχουν σπάνια πρόσβαση στην ιατρική πληροφορία. Επομένως, το Ναυτικό έχει κάθε λόγο να χρησιμοποιεί Τεχνολογίες της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών, όπως επίσης και της ασύρματης και φορητής τεχνολογίας για να βοηθήσει αυτά τα όργανα με την παροχή εξειδικευμένης πληροφορίας ώστε να αναδείξει την υπόθεση της διάγνωσης και έγκαιρης αντιμετώπισης πολύπλοκων ιατρικών προβλημάτων.

*Η εισαγωγή της τηλεϊατρικής τεχνολογίας στη θάλασσα κάνοντας χρήση της τεχνολογίας των ψηφιακών βιβλιοθηκών δίνει τη δυνατότητα της εύκολης πρόσβασης στους παρόχους ιατρικής φροντίδας στην ιατρική πληροφορία από οποιοδήποτε απομακρυσμένο σημείο.*

Μια άλλη χρήσιμη εφαρμογή είναι η υλοποίηση του Ναυτικού Εικονικού Νοσοκομείου με αποστολή τη δημιουργία και υποβοήθηση μιας ψηφιακής βιβλιοθήκης επιστημών της υγείας προκειμένου να γίνει το διαδίκτυο (internet) ένα χρήσιμο εργαλείο ιατρικής αναφοράς για τους παροχείς ιατρικής φροντίδας του Ναυτικού καθώς και ένα εργαλείο προαγωγής της υγείας για τους ναυτικούς [58].

#### 6.2 Υπηρεσίες τηλεϊατρικής μέσω ΟΤΕ

Η Στρατηγική Επιχειρησιακή Μονάδα Τηλεφαρμογών **ΟΤΕPLUS** επιδιώκοντας τη μεγιστοποίηση της ικανοποίησης των χρηστών παρέχει ολοκληρωμένες υπηρεσίες και εφαρμογές Τηλεϊατρικής οι οποίες ανταποκρίνονται στις συνεχώς αυξανόμενες ανάγκες των πελατών της και ισχυροποιούν τη θέση της στον ανταγωνιστικό χώρο των τηλεπικοινωνιών.

Η υπηρεσία Τηλεϊατρικής που προσφέρεται από την ΟΤΕPLUS βασίζεται στο εθνικό επιλεγόμενο Ψηφιακό Δίκτυο Ενοποιημένων Υπηρεσιών (ISDN), το οποίο παρέχει τη δυνατότητα επικοινωνίας σε πραγματικό χρόνο με την ταυτόχρονη μετάδοση εικόνας, φωνής και δεδομένων υπολογιστή (πολυμέσα).

Σε κάθε τερματικό σημείο του δικτύου Τηλε-Ιατρικής εγκαθίσταται ειδική τερματική διάταξη η οποία χρησιμοποιεί μέχρι τρεις συνδέσεις ISDN βασικής πρόσβασης (BRA). Η αρχιτεκτονική της τερματικής διάταξης βασίζεται σε πλατφόρμα PC με λειτουργικό σύστημα Windows 95, 98, XP εξοπλισμένη με ειδικό υλικό και λογισμικό υποστήριξης Τηλεδιάσκεψης και Τηλεϊατρικής πάνω από ISDN.

*Η σχεδίαση του λογισμικού Τηλεϊατρικής γίνεται με τέτοιο τρόπο, ώστε να επιτυγχάνονται οι παρακάτω σημαντικοί στόχοι:*

1. Οργάνωση της Ιατρικής Πληροφορίας. Η ιατρική πληροφορία, με βάση τη δομή της οργανώνεται σε δυο κύριες μορφές: εξετάσεις και περιστατικά. Οι εξετάσεις περιλαμβάνουν τις ιατρικές ακίνητες εικόνες απλές ή σειρές από εικόνες καθώς και τα αποτελέσματα των εργαστηριακών εξετάσεων. Τα περιστατικά περιλαμβάνουν το σύνολο των εξετάσεων οι οποίες αφορούν έναν συγκεκριμένο ασθενή και οι οποίες αποθηκεύονται στην ειδική τερματική διάταξη, ή γίνεται ανταλλαγή των αποτελεσμάτων των εξετάσεων μεταξύ των χρηστών του δικτύου.
2. Ευχρηστία της ειδικής τερματικής διάταξης, η οποία είναι σε θέση να προσφέρει στο χρήστη επιμέρους παραθυρικές εφαρμογές, οι οποίες λειτουργούν ανεξάρτητα σαν αυτόνομες οντότητες.
3. Εύκολη Διαχείριση Αρχείων Ασθενών. Οι παραπάνω δυνατότητες της τερματικής διάταξης έχουν οργανωθεί και προσφέρονται στο χρήστη ως ένα σύνολο από ανεξάρτητες εφαρμογές. Κάθε εφαρμογή προσφέρει στο χρήστη ένα ολοκληρωμένο και φιλικό παραθυρικό-γραφικό περιβάλλον παρουσίασης και διαχείρισης της πληροφορίας. Οι βασικές εφαρμογές είναι οι παρακάτω:
  - ‘**Ασθενής**’’: Διαχειρίζεται το σύνολο των στοιχείων της ταυτότητας των ασθενών τα οποία καταχωρούνται στον τερματικό σταθμό υπό τη μορφή καταλόγου. Δίνεται η δυνατότητα εγγραφής νέου ασθενούς στον κατάλογο, καθώς επίσης και η δυνατότητα μεταβολής των στοιχείων του ή πλήρης διαγραφή των ασθενών που είναι ήδη καταχωρημένοι.

- **“Εξετάσεις”**: Διαχειρίζεται τη συλλογή της ιατρικής πληροφορίας και την οργάνωσή της σαν ένα σύνολο από απλές εξετάσεις. Η εφαρμογή διακρίνεται σε δύο είδη εξετάσεων τις εξετάσεις εικόνων και τις εργαστηριακές εξετάσεις.
- **“Περιστατικά”**: Διαχειρίζεται την ανταλλαγή ιατρικής πληροφορίας υπό τη μορφή περιστατικού και δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να δρά, είτε ως συντάκτης, είτε ως εκτιμητής/εξυπηρετητής. Το περιστατικό επιδεικνύεται σε ολοκληρωμένη μορφή, ώστε ο συνδρομητής να αποκτή την πλήρη διαγνωστική του αναφορά και να την αποστέλλει στην κεντρική βάση περιστατικών, από όπου την παραλαμβάνει ο αποστολέας και ολοκληρώνεται έτσι ο κύκλος εξυπηρέτησης του.
- **“Διμερής Διάσκεψη”**: Υποστηρίζει την επικοινωνία σε πραγματικό χρόνο μεταξύ δυο χρηστών. Κατά την εκτέλεση της εφαρμογής αυτής οι χρήστες μπορούν να αντιμετωπίζουν σε πραγματικό χρόνο οποιοδήποτε περιστατικό.

Η επικοινωνία βασίζεται στη συγχρονισμένη ανταλλαγή δεδομένων, κινούμενης εικόνας (video ομιλούντων χρηστών ή video προερχόμενο από κάποιο ιατρικό μηχάνημα), ήχου και ιατρικής πληροφορίας (περιστατικά και εξετάσεις).

Υπάρχουν μηχανισμοί ελέγχου τόσο της ροής της πληροφορίας όσο και των χρηστών, έτσι ώστε να διασφαλίζεται το ιατρικό απόρρητο. Στο επιλεγμένο περιστατικό οι χρήστες μπορούν να μελετήσουν το ιατρικό ιστορικό, να επεξεργαστούν τις ιατρικές εικόνες που το συνοδεύουν και να καταλήξουν σε μια διάγνωση.

Η οποιαδήποτε επεξεργασία εφαρμόζεται στην επιλεγμένη ιατρική εικόνα από τον ένα χρήστη μεταφέρεται σε πραγματικό χρόνο στον άλλο χρήστη.

- **“Πολυμερής Διάσκεψη”**: Υποστηρίζει την πραγματοποίηση πολυμερών διασκέψεων, όπου θα είναι δυνατή η ταυτόχρονη ανταλλαγή της τηλεπικοινωνιακής και ιατρικής πληροφορίας. Για την υποστήριξη των πολυμερών διασκέψεων απαιτείται ειδικός εξοπλισμός όπως η μονάδα

υποστήριξης πολυδιασκέψεων (MCU). Ο εξοπλισμός αυτός διατίθεται ήδη από την ΟΤΕPLUS και είναι δυνατή η χρήση του μετά από σχετική συνεννόηση με την ΟΤΕPLUS. Από το σύστημα υποστηρίζεται τόσο η επικοινωνία με χρήση πολυμέσων (audio, video) όσο και η ταυτόχρονη επεξεργασία ιατρικών δεδομένων.

- **“Ρυθμίσεις”**: Τροποποιεί σημαντικές λειτουργικές παραμέτρους του Τερματικού σταθμού, οι οποίες αφορούν την επικοινωνιακή πλατφόρμα, την οργάνωση και την αποδεκτή ποιότητα παρουσίασης της ιατρικής πληροφορίας.

Η τερματική διάταξη του συστήματος Τηλεϊατρικής είναι βασισμένη σε προσωπικό υπολογιστή (PC), ο οποίος είναι εξοπλισμένος με ειδικό υλικό και λογισμικό τηλεδιάσκεψης και τηλεσυνεργασίας. Η διάταξη παρέχει στο χρήστη ένα σύνολο από επικοινωνιακές και λειτουργικές δυνατότητες οι οποίες είναι οργανωμένες υπό τη μορφή συνεργαζόμενων παραθυρικών εφαρμογών.

Η τερματική διάταξη υποστηρίζει τις παρακάτω βασικές λειτουργίες:

- Επιλεγόμενη (dial-up) ακουστική επικοινωνία μεταξύ δύο και μελλοντικά περισσότερων χρηστών ταυτόχρονα, που περιλαμβάνει κλήση μόνο audio ένα κανάλι επικοινωνίας τύπου ISDN-B χωρητικότητας 64kbps το καθένα.
- Επιλεγόμενη οπτικοακουστική επικοινωνία (multimedia) μεταξύ δύο και μελλοντικά περισσότερων χρηστών που περιλαμβάνει κλήση audio-video-data-γραφήματα-μηνύματα (από δύο έως έξι κανάλια επικοινωνίας τύπου ISDN-B χωρητικότητας 64kbps το καθένα).
- Ανταλλαγή μεταξύ των συμμετεχόντων μίας διάσκεψης γραπτών μηνυμάτων σε πραγματικό χρόνο (messaging).
- Μεταφορά αρχείων υπολογιστή (file transfer).
- Ενεργοποίηση ειδικού χώρου παρουσίασης γραφημάτων και κειμένων (whiteboard).
- Κοινή διάθεση και χρήση ειδικών εφαρμογών από απομακρυσμένους χρήστες (application sharing).

- Μεταφορά παραμέτρων και συντεταγμένων κινήσεων ποντικιού (mouse), δεικτών και εντολών για το συγχρονισμό και τον έλεγχο απομακρυσμένης επεξεργασίας.
- Επεξεργασία ιατρικής πληροφορίας με χρήση ειδικών εργαλείων λογισμικού (software tools) επεξεργασίας ιατρικής εικόνας και σχεδίασης.
- Οργάνωση της ιατρικής πληροφορίας όσον αφορά τις ιατρικές ακίνητες εικόνες. Το λογισμικό οργανώνει ειδικό περιβάλλον λήψης και οργάνωσης αρχείων ιατρικών ακίνητων εικόνων σύμφωνα με τη λογική του πρωτοκόλλου **DICOM** (Digital Imaging Communications in Medicine), καταγραφή δεδομένων εικόνας και συμπληρωματικών δεδομένων, όπως για παράδειγμα τύπος εικόνας, χρόνος λήψης, μέρος του σώματος που αφορά η εξέταση, παράμετροι αλγόριθμου συμπίεσης .
- Οργάνωση της ιατρικής πληροφορίας όσον αφορά τις εργαστηριακές εξετάσεις. Το λογισμικό διακρίνει συγκεκριμένες κατηγορίες εξετάσεων όπως αίματος και ούρων και δίνει τη δυνατότητα προσφοράς στο χρήστη ενός ειδικού περιβάλλοντος εισαγωγής των τιμών των εξετάσεων αυτών με ταυτόχρονο έλεγχο/σύγκριση των εισερχόμενων τιμών με τις εκάστοτε φυσιολογικές τιμές [58].

### **6.3 Εφαρμογές Τηλεϊατρικής στην Ναυσιπλοΐα**

Η χρήση της τηλεϊατρικής στα πλοία, σε σχέση με το δυνητικό της όφελος, έχει απασχολήσει σημαντικά τις μεγάλες ναυτιλιακές εταιρίες, ενώ οι μικρές φαίνεται ότι την αγνόησαν [59].

Η χρήση ωστόσο αυτής της σχετικά νέας τεχνολογίας, είναι σημαντικά επωφελής, όχι μόνο από πλευράς προστασίας της υγείας των πληρωμάτων και των επιβαίνοντων στα πλοία γενικότερα, αλλά και από οικονομικής πλευράς και ο λόγος είναι η μη ύπαρξη των υπεύθυνων παροχής ιατροφαρμακευτικής περίθαλψης στα πλοία, που τελικά δεν είναι γιατροί, οπότε δεν έχουν το αντίστοιχο επίπεδο εκπαίδευσης και εμπειρίας, είτε είναι γιατροί με σπάνια εξειδικευμένη γνώση και εκπαίδευση για να αντιμετωπίσουν το σύνολο των περιστατικών διαφορετικών ιατρικών ειδικοτήτων.

**Αναγκαίες καθίστανται επομένως οι διακομιδές ασθενών από τα πλοία, οι οποίες είναι αφενός μεν δαπανηρές λόγω του κόστους μισθώσεως ελικοπτέρου, αφετέρου δε, μερικές φορές τουλάχιστον αδύνατες, λόγω των περιορισμών που μπορεί να προκύψουν είτε λόγω άσχημων καιρικών συνθηκών, είτε μεγάλων αποστάσεων από τις ακτές.**

Θα πρέπει να επισημανθεί ότι το κόστος εκτροπής της πορείας του πλοίου, για αποβίβαση ασθενούς ή τραυματία είναι μεγάλο συνυπολογιζόμενης της απώλειας κέρδους για τον πλοιοκτήτη. Νόσοι και κακώσεις εν πλω, παραμένουν η κύρια αιτία ασφαλιστικών αξιώσεων από τους πλοιοκτήτες. Μέχρι και το ένα τρίτο των ασφαλιστικών απαιτήσεων εγείρονται από τραυματισμούς, νόσους και επαναπατρισμούς μελών πληρωμάτων και επιβαινόντων στα πλοία γενικότερα.

Εντούτοις, με τις δυνατότητες των εκτιμητών μπορεί να γίνει ταχεία εκτίμηση της κατάστασης ασθενούς ή τραυματία, έτσι ώστε να λαμβάνεται έγκαιρα και έγκυρη απόφαση για διακομιδή όταν αυτό απαιτείται ή για παραμονή στο πλοίο και χορήγηση της κατάλληλης αγωγής, μετά οδηγία ειδικού ιατρού από τη στεριά.

Σε ορισμένα περιστατικά μάλιστα, η απόφαση περί διακομιδής ή όχι, μπορεί να είναι κρίσιμη για τον ασθενή, γιατί μπορεί να αποτελέσει την αιτία περαιτέρω ιατρικών επιπλοκών. Τα υπάρχοντα προγράμματα με εφαρμογή την τηλεϊατρική στη ναυσιπλοΐα αναλύονται εκτενέστερα σε παρακάτω παράγραφο [59].

#### **6.4 Ανάλυση σχεδίου εγκατάστασης τηλεϊατρικής μονάδας επειγόντων περιστατικών**

Η δυνατότητα να δει ο ειδικός από απόσταση, εικόνες ή video του περιστατικού, του παρέχει τη δυνατότητα να μεταδώσει την εμπειρία του. Ο ειδικός μπορεί να προβεί σε εκτίμηση και να λάβει διαγνωστικές και θεραπευτικές αποφάσεις, βασισμένος ή όχι μόνο στη μετάδοση του ήχου αλλά και εικόνας. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα η προετοιμασία του νοσοκομείου να είναι ταχύτερη και εστιασμένη στις ανάγκες του συγκεκριμένου ασθενούς. Επιπλέον το περιστατικό θα κατευθύνεται προς νοσοκομεία με την κατάλληλη υποδομή, ενώ η έναρξη της θεραπείας μπορεί να γίνεται ενώ ο ασθενής βρίσκεται ακόμη καθ' οδόν.



Οι ασύρματες επικοινωνίες και η κινητή τηλεφωνία παίζουν ένα σημαντικό ρόλο στην προνοσοκομειακή φροντίδα, καλύπτοντας την ανάγκη on-line διοικητικής και ιατρικής επικοινωνίας. Παρότι η μετάδοση φωνής ήταν η ισχύουσα πρακτική τις τελευταίες δεκαετίες, οι τεχνολογικές εξελίξεις των τελευταίων ετών στις ασύρματες τηλεπικοινωνίες και αναμενόμενες στα επόμενα έτη, έχουν επιτρέψει τη μετάδοση δεδομένων μεταξύ κινούμενων ασθενοφόρων και ειδικών ιατρών.

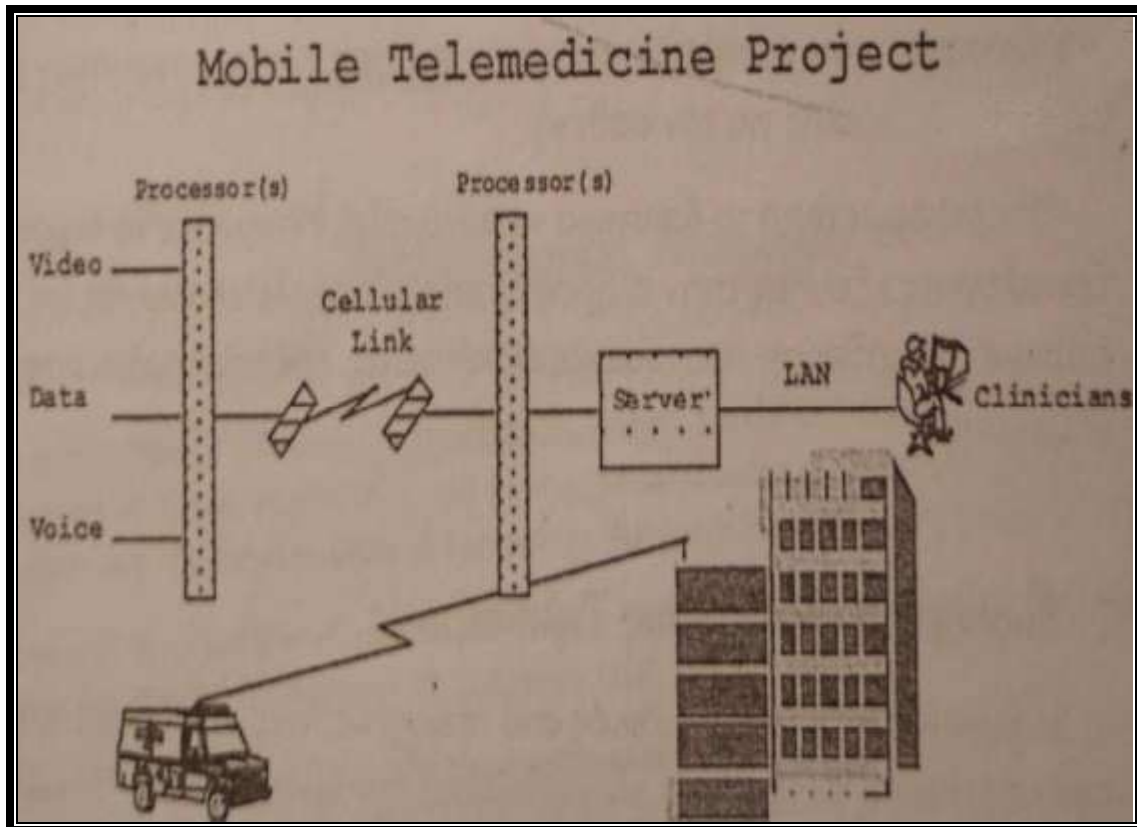
Η μετάδοση δεδομένων μέσω κινητής τηλεφωνίας και δικτύων παρέχει μία οικονομική λύση, με ευρεία γεωγραφική κάλυψη και ασφάλεια μετάδοσης. Παρόλα αυτά, υπάρχουν μια σειρά θεμάτων που σχετίζονται με τη μετάδοση video από κινούμενο ασθενοφόρο. *Τα πιο σημαντικά προβλήματα είναι το διατιθέμενο bandwidth (ο όγκος δηλαδή των δεδομένων που μεταδίδονται σε δεδομένο χρόνο) και το κατά πόσο είναι εφικτή η μετάδοση.*

Εκτός των περιορισμών που θέτει το χαμηλό bandwidth στην ποιότητα και τη ροή της εικόνας, πρέπει να ληφθούν υπόψη στο σχεδιασμό δυσκολίες στη σύνδεση και την ποιότητα.

Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, τα μοντέλα συμπίεσης video όπως το MPEG να δυσκολεύονται να αξιοποιηθούν για τις ανάγκες της εφαρμογής, που απαιτεί για παράδειγμα επιλογή συγκεκριμένων τμημάτων video για μετάδοση μέσα από το περιορισμένο bandwidth.

Στο Πανεπιστήμιο του Maryland σχεδιάστηκε ένα σύστημα τηλεϊατρικής χρησιμοποιώντας το μέγιστο δυνατό αριθμό δοκιμασμένων, εμπορικά διαθέσιμων προϊόντων. Το σύστημα αποτελείται από δύο βασικά συστατικά: μία φορητή μονάδα για χρήση στα ασθενοφόρα και ένα σταθμό λήψης στο νοσοκομείο, με σύνδεση με το εσωτερικό του δικτύου των υπολογιστών.

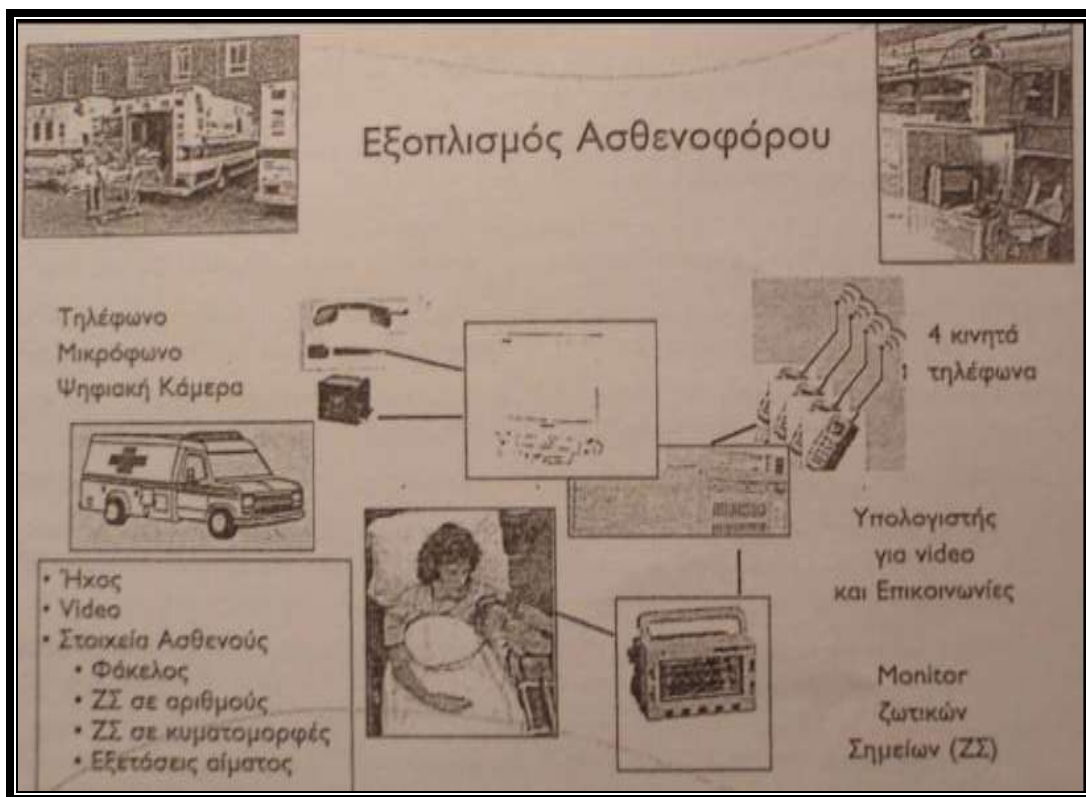
Η παρακάτω εικόνα απεικονίζει το συνολικό σχεδιασμό του συστήματος και τη ροή πληροφοριών σε αυτό, με αποτέλεσμα δεδομένα που περιέχουν video, εικόνες και βιοσήματα του ασθενούς να μεταδίδονται χωριστά από τη φωνή.



**Εικόνα 6.1 : Αναλυτικό σχέδιο του συστήματος [39].**

Σε ένα ασθενοφόρο όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα ενσωματώνονται οι παρακάτω συσκευές που είναι οι εξής:

- Ψηφιακή κάμερα, τηλεόραση, μικρόφωνο.
- Εξοπλισμό παρακολούθησης ζωτικών σημάτων.
- Υπολογιστή τύπου tablet με οθόνη αφής και λογισμικό αναγνώρισης γραφής με το χέρι.
- Σύστημα για τη διαχείριση του σήματος μέσω της παράλληλης σύνδεσης 2-8 ψηφιακών συσκευών κινητής τηλεφωνίας.



**Εικόνα 6.2 : Αρχιτεκτονική συστήματος επείγουσας ιατρικής σε ασθενοφόρο [39].**

Ο υπολογιστής του ασθενοφόρου συνδυάζει τα βιοσήματα του ασθενούς και τα δεδομένα που εισάγει το πλήρωμα του ασθενοφόρου, ενσωματώνοντας την εικόνα video που λαμβάνει το νοσοκομείο.

Ένα ανεξάρτητο σύστημα καταγραφής video μέσα στο ασθενοφόρο καταγράφει την εικόνα και τον ήχο, ώστε να είναι δυνατή η μεταγενέστερη σύγκριση με τις μεταδιδόμενες στο νοσοκομείο πληροφορίες.

Για τη μετάδοση δεδομένων χρησιμοποιείται παράλληλη συνδεσμολογία κινητών τηλεφώνων (με ταυτόχρονη μετάδοση) για βέλτιστη απόδοση.

Παρόλα αυτά, το χαμηλό bandwidth της κινητής τηλεφωνίας περιορίζει τα δεδομένα που μπορούν να σταλούν σε ‘πραγματικό χρόνο’ στο νοσοκομείο και πολλά ζωτικά σήματα αντιπροσωπεύονται από αριθμούς, όπως καρδιακός ρυθμός, τελοεκπνευστικό CO<sub>2</sub> και έτσι δεν απαιτούν υψηλό bandwidth. Το εύρος που απαιτείται για εικόνες video, ήχους και κυματομορφές όπως το καρδιογράφημα είναι πολύ υψηλότερο.

Στην πλευρά του νοσοκομείου, τα δεδομένα λαμβάνονται μέσω κοινών τηλεφωνικών συνδέσεων με συμβατικά modems και αποθηκεύονται σε ένα διακομιστή και προδιαγραφές ασφαλείας.

Τα δεδομένα στο διακομιστή αποθηκεύονται σε μία βάση δεδομένων (Microsoft SQL), που συνεργάζεται με έναν άλλο διακομιστή (Microsoft Internet Information Server) και με τον τρόπο αυτό τα δεδομένα είναι διαθέσιμα στο εσωτερικό δίκτυο του νοσοκομείου. Έτσι οι γιατροί με τη χρήση ενός κοινού προγράμματος πλοήγησης διαδικτύου με το οποίο είναι εξοικειωμένοι έχουν πρόσβαση στα δεδομένα του ασθενοφόρου σε πραγματικό χρόνο από τους υπολογιστές του γραφείου τους, μέσω του τοπικού δικτύου του νοσοκομείου [39].

## **6.5 Διαφύλαξη της υγείας των ναυτικών εν πλω**

Η διάγνωση νόσων και παθήσεων, όπως και η θεραπεία πασχόντων και τραυματιών εν πλω, εξακολουθεί να παραμένει μια πρόκληση για τη Ναυτιλία και τη Ναυτική Ιατρική ειδικότερα.

Στις περιπτώσεις μάλιστα που δεν υφίσταται η ύπαρξη γιατρού στο πλοίο είτε του αντίστοιχου νοσηλευτικού προσωπικού πράγμα που συμβαίνει στο σύνολο των εμπορικών πλοίων, ένα μέλος του πληρώματος αναλαμβάνει την ευθύνη παροχής ιατροφαρμακευτικής φροντίδας στα υπόλοιπα μέλη, όταν αυτό απαιτηθεί.

Ο αναλαμβάνων την ευθύνη αυτή, θα πρέπει να βασισθεί στην όποια ιατρική/υγειονομική εκπαίδευση διαθέτει, σε υπάρχουσες γραπτές οδηγίες, πληροφορίες και εγχειρίδια και τέλος, στις ραδιοιατρικές και τηλειατρικές συμβουλές και οδηγίες, που μπορεί να πάρει από τη στεριά.

Οι δυνατότητες αυτές θα του επιτρέψουν την αξιοποίηση τόσο του ιατροφαρμακευτικού υλικού όσο και του ιατροτεχνολογικού εξοπλισμού που υπάρχει στο πλοίο. Το σημαντικότερο εγχειρίδιο που αποτελεί οδηγό άσκησης ιατρικής και παροχής υγειονομικής φροντίδας στα πλοία, είναι ο Διεθνής Ιατρικός Οδηγός για Πλοία, που εξέδωσε το 1967 ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (WHO) και τον οποίο επανεξέδωσε το 1988 και το 2007.

Ο οδηγός αυτός που έχει μάλιστα μεταφραστεί και έχει εκδοθεί στα ελληνικά από το Ίδρυμα Ευγενίδου, παρόλο που δεν είναι υποχρεωτικός, χρησιμοποιείται εντούτοις

ευρέως από τον κόσμο της ναυτιλίας. Περιέχει τριάντα τρία (33) κεφάλαια που προβλέπουν το χειρισμό και αντιμετώπιση των ιατρικών και υγειονομικών προβλημάτων, που μπορεί να τύχουν στα πλοία, αλλά και πίνακες με το κατά κατηγορία πλοίου απαιτούμενο ιατροφαρμακευτικό υλικό και ιατροτεχνολογικό εξοπλισμό.

Το 2009, τα συνεργαζόμενα με τον WHO κέντρα για την υγεία των ναυτικών και η Διεθνής Εταιρεία Ναυτικής Υγείας, εξέδωσαν συμπληρωματική κατευθυντήρια οδηγία για την καλύτερη χρήση του ιατροφαρμακευτικού φόρτου των πλοίων και τη συμπλήρωση του πίνακα των κατά κατηγορία πλοίου απαιτούμενων φαρμάκων, του Διεθνούς Ιατρικού Οδηγού για Πλοία.

Στην Ελλάδα, το υφιστάμενο νομικό πλαίσιο, προβλέπει την ταξινόμηση των πλοίων σε πέντε κατηγορίες, ανάλογα με τη χωρητικότητα, τη διάρκεια των πλοών, τον αριθμό των επιβαινόντων, όπως και τις κατά κατηγορία πλοίου ποσότητες ιατροφαρμακευτικού υλικού και ιατροτεχνολογικού εξοπλισμού.

Συνοψίζοντας, μπορεί να εννοηθεί ότι ειδικότερα στα πλοία που δε διαθέτουν ιατρό, η καταλληλότητα της με κάθε τρόπο παρερχομένης πληροφορίας στον υπεύθυνο παροχής ιατροφαρμακευτικής φροντίδας μέλος του πληρώματος, όπως και η ποιότητα και επάρκεια του ιατροφαρμακευτικού φόρτου και ιατροτεχνολογικού εξοπλισμού, είναι το κλειδί για τη διαφύλαξη της υγείας των ναυτικών εν πλω [60].

## **6.6 Προγράμματα – Συστήματα τηλεϊατρικής για πλοία (ανάλυση συστημάτων)**

Ο αριθμός των προγραμμάτων της τηλεϊατρικής που έχουν εφαρμοσθεί στα πλοία είναι δύο, το **MEDASHIP** (Medical Assistance for Ships) με λειτουργία στις Ευρωπαϊκές θάλασσες και το **MERMAID** (Medical Emergency Aid Through Telematics), με λειτουργία σε όλους τους ωκεανούς.

Το MEDASHIP ιδρύθηκε και επιχορηγήθηκε από την Ευρωπαϊκή Ένωση, με τη συνεργασία τεσσάρων Ευρωπαϊκών Κέντρων από Ιταλία, Ηνωμένο Βασίλειο, Γαλλία και Ελλάδα, όπου την ευθύνη λειτουργίας είχε το Εθνικό Κέντρο Έρευνας Φυσικών Επιστημών “Δημόκριτος”.

Σκοπός του προγράμματος ήταν η κάλυψη κατά τα τρία πρώτα χρόνια λειτουργίας του, του 0,5% των εμπορικών πλοίων και το 4% των επιβατηγών και κρουαζιερόπλοιων, δηλαδή περί τα 65 εμπορικά και 80 επιβατηγά ή κρουαζιερόπλοια.

Το πρόγραμμα δυστυχώς δε συνέχισε τη λειτουργία του, ενώ δεν υπάρχουν βιβλιογραφικά δεδομένα από τα ιατρικά πεπραγμένα του διαστήματος που λειτούργησε. Το άλλο πρόγραμμα είναι Ευρωπαϊκής χορηγίας (MERMAID), με χαρακτηριστικά ανάλογα του MEDASHIP, που καλύπτει όμως όλους τους ωκεανούς [59].

Περισσότερες λεπτομέρειες για επιπλέον προγράμματα της τηλεϊατρικής πέρα των δύο βασικών στη ναυσιπλοΐα αναλύονται στις παρακάτω παραγράφους.

### **6.6.1 NIVEMES**

Στόχος του **NIVEMES** ήταν η δημιουργία ενός Διεθνούς Δικτύου Οργανισμών Παροχής Ιατρικών Υπηρεσιών μέσω Τηλεϊατρικής, που θα προσφέρονταν με σταθερό και ολοκληρωμένο τρόπο σε άτομα, ή ομάδες ατόμων σε απομακρυσμένες περιοχές ή επείγουσες καταστάσεις.

Το δίκτυο αυτό αποτελείται από Ιατρικούς οργανισμούς (Νοσοκομεία, Ιατρικά κέντρα) συνδεδεμένους σε ένα ενοποιημένο «ιδεατό οργανισμό» παροχής υπηρεσιών υγείας.

Οι τηλεϊατρικές υπηρεσίες που αναπτύχθηκαν στα πλαίσια του έργου και με βάση το λογισμικό της ATKOSoft, υποστηρίζουν τη διάγνωση βάσει όχι μόνο πρωτογενών δεδομένων αλλά και πλήρους ιατρικού ιστορικού του ασθενή, την τεκμηριωμένη ανταλλαγή αιτήσεων/απαντήσεων τηλεγνωμάτευσης και την ανάπτυξη μηχανισμών ασφαλείας που εξασφαλίζουν το ιατρικό απόρρητο.

Το παραπάνω πρόγραμμα ανέπτυξε :

- ένα πυρήνα ολοκληρωμένων υπηρεσιών φροντίδας της υγείας, ο οποίος υποστηρίζει τις λειτουργίες των Κέντρων Παροχής Τηλεϊατρικών Υπηρεσιών (π.χ. Νοσοκομεία).
- Κόμβους τηλεϊατρικής που υποστηρίζουν την παροχή υπηρεσιών προς μετακινούμενες ομάδες χρηστών, όπως οι ναυτικοί αλλά και προς πληθυσμούς απομακρυσμένων τοποθεσιών, για παράδειγμα απομονωμένα μικρά νησιά που υπάρχουν σε χώρες όπως η Ελλάδα και η Σουηδία.

Οι “χρήστες” του Δικτύου είναι ενώσεις, όπως, η ITF (Initiation of Integrated Telemedicine) με 5 εκατομμύρια μέλη σε 400 ενώσεις σε πάνω από 100 χώρες καθώς και δημόσιοι οργανισμοί και αρχές σχετικές με το αντικείμενο του έργου, όπως το Ιρλανδικό Υπουργείο Ναυτικών (Irish Naval Service) και το Sahlgrenska University Hospital, αποτελούν ένα από τα μεγαλύτερα Κέντρα Παροχής Τηλεϊατρικών Υπηρεσιών στον κόσμο για παροχή υπηρεσιών σε πλοία.

Διαπιστώθηκε ότι η παροχή των τηλεϊατρικών υπηρεσιών που αναπτύχθηκαν στα πλαίσια του έργου, αναβάθμισαν σε σημαντικό βαθμό, την ποιότητα παροχής υπηρεσιών σε απομακρυσμένες και κινητές ομάδες πληθυσμού, αύξησαν τις πιθανότητες ακριβούς εξέτασής τους, διάγνωσης και μείωσαν τις μη απαραίτητες διακομιδές σε κεντρικά νοσοκομεία.

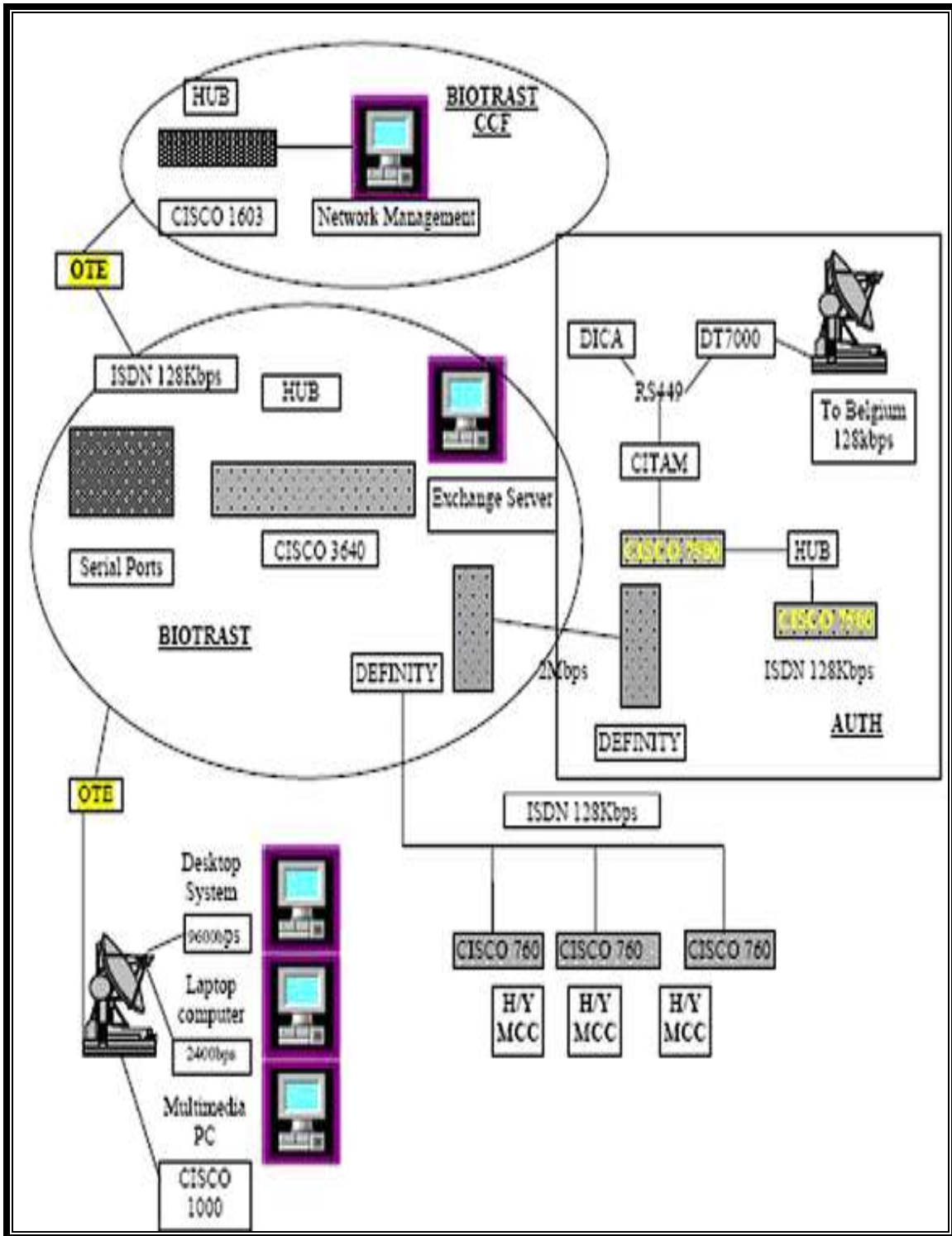
Οι τεχνολογίες που χρησιμοποιήθηκαν και το αντικείμενο του έργου, έκαναν τα αποτελέσματά του εφαρμόσιμα σε περισσότερες περιπτώσεις από αυτές που άμεσα εξετάστηκαν. Έτσι, το λογισμικό τηλεϊατρικής που υλοποιήθηκε στα πλαίσια του έργου μπορεί να προσφέρει υπηρεσίες τηλεϊατρικής σχεδόν σε κάθε περίπτωση απομακρυσμένων, ή απομονωμένων πληθυσμών, όπως τις εξέδρες άντλησης πετρελαίου, αγροτικές περιοχές και τις αρκτικές περιοχές [61].

### **6.6.2 MERMAID**

Το πρόγραμμα με όνομα **MERMAID** είναι ένα πρόγραμμα ιατρικής βοήθειας μέσω τηλεϊατρικής, που στηρίζεται στη βάση παροχής ιατρικής βοήθειας και συμβουλών για την ασφάλεια αυτών που εργάζονται στη θάλασσα τα πλοία και στις ναυτικές βάσεις. Αρχικά, έγινε ένας προσδιορισμός του πλήθους των ατόμων που θα μπορούσαν να δεχτούν βοήθεια και παγκοσμίως. Διαπιστώθηκε ότι υπάρχουν περίπου 1.500.000 άνθρωποι που εργάζονται σε δραστηριότητες που έχουν σχέση με τη θάλασσα όσον αφορά τα εμπορικά πλοία.

Τα περισσότερα πλοία έχουν ικανοποιητική δομή για τη χρήση τεχνολογιών που αφορούν εφαρμογές τηλεϊατρικής παρόλα αυτά δεν υπάρχει εκτός ίσως από ένα μικρό αριθμό караβιών κοντά στο 5%, η δυνατότητα επεξεργασίας δεδομένων σε υψηλές ταχύτητες (High Speed Data–H.S.D). Ο αριθμός των κλήσεων τηλεϊατρικής από τη θάλασσα υπολογίζεται μεταξύ των 15.000 και 20.000 το χρόνο για ολόκληρο τον κόσμο.

Οι τεχνολογίες επικοινωνίας του έργου MERMAID (medical emergency aid through telematics) μπορούν να χωρίζονται σε δύο βασικά σημεία: i) τα μέσα μετάδοσης και (ii) τα συστήματα δικτύωσης, όπως δείχνει η εικόνα 6.3.



Εικόνα 6.3 : Αρχιτεκτονική συστήματος MERMAID [62]



Όσον αφορά τα μέσα μετάδοσης θα μπορούσαν να επισημανθούν τα παρακάτω:

- Οπτικές Ίνες.
- Καλώδια χαλκού (HDSL/ADSL και ομοαξονικά καλώδια).
- Επικοινωνιακοί δορυφόροι.
- Ράδιο τεχνολογίες κυψελίδων.
- Ασύρματα δίκτυα.
- Ραδιοτεχνολογία για πλοήγηση, στα αεροπλάνα και στα τρένα.

Παρομοίως στα συστήματα δικτύωσης επισημαίνονται τα κάτωθι:

- Ασύγχρονος τρόπος μετάδοσης (Asynchronous Transfer Mode – A.T.M.).
- Το μοντέλο πρωτοκόλλου αναφοράς B-I.S.D.N. για A.T.M. ή I.121.
- ATM και υπηρεσίες στενής ζώνης (N-I.S.D.N.).
- Το Internet.

Επίσης, το τηλεπικοινωνιακό λογισμικό του MERMAID πρέπει να περιλαμβάνει τα ακόλουθα:

- Ένα σύστημα ιατρικών εγγραφών χρήσιμο για την καταγραφή του ιστορικού του ασθενούς.
- Μια επιλογή Βοήθειας που θα προσφερόταν μέσω κάποιας πολυμεσικής εφαρμογής για τη γρήγορη εύρεση βοήθειας με τη μορφή ιατρικών συμβουλών.
- Μια βάση δεδομένων με όλα τα δεδομένα που αφορούν τα φάρμακα και τον ιατρικό εξοπλισμό.

Η αρχιτεκτονική MERMAID παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα. Το σύστημα μηνυμάτων των πλοίων (Sea Vessels-SVs) αρχικά επικοινωνεί με έναν επίγειο κεντρικό σταθμό (Ground Central Station–G.C.S) που βρίσκεται στην Ελλάδα (BIOTRAST), ενώ στη συνέχεια, το G.C.S προσδιορίζει ποιο από τα κέντρα ιατρικής βοήθειας (Medical Care Centers–M.C.Cs) μπορεί να χειριστεί την έκκληση βοήθειας που έγινε από το S.V. Η εκλογή του M.C.C εξαρτάται από τη θέση του πλοίου, τη γλώσσα ομιλίας των επιβαινόντων σε αυτό ή ακόμη και από την καταλληλότητα του ίδιου του ιατρικού κέντρου για τη συγκεκριμένη περίπτωση [62].

Μερικά ακόμη χαρακτηριστικά του σχεδίου MERMAID συνοψίζονται παρακάτω:

- Οι επικοινωνιακοί δορυφόροι είναι ένα μέσο για τη μετάδοση δεδομένων μεταξύ γεωγραφικά απομονωμένων περιοχών.
- Το σχέδιο MERMAID χρησιμοποιεί τεχνικές τηλεϊατρικής που περιέχουν “ζωντανές” εικόνες του ασθενή οι οποίες μεταδίδονται στο γιατρό που γενικά βρίσκεται σε κάποια άλλη μακρινή περιοχή. Έτσι, παρέχεται η δυνατότητα για αλληλεπίδραση μεταξύ γιατρού και ασθενούς μέσω συζήτησης.
- Η τηλεπαρουσία (telepresence) είναι η ιδεατή παρουσία ενός προσώπου που βρίσκεται μακριά. Όταν αυτή προστεθεί σε ένα σενάριο τηλεϊατρικής δίνει όλα τα πλεονεκτήματα της πιο άμεσης επικοινωνίας μεταξύ των ενδιαφερομένων μελών.
- Η χρήση πολυμεσικών εφαρμογών γενικά παρουσιάζει τα ίδια πλεονεκτήματα [62].

### **6.6.3 TELE-IASIS**

Το σύστημα αυτό παρέχει τη δυνατότητα συνεχούς παρακολούθησης βιοσημάτων-εικόνων των ασθενών, και μετάδοσής τους σε πραγματικό χρόνο, τόσο από ασύρματα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στον τομέα της ναυσιπλοΐας όσο και από ενσύρματα δίκτυα επικοινωνίας, στο σταθμό βάσης που βρίσκεται στο συντονιστικό κέντρο μεγάλου νοσοκομείου.

Το σύστημα καλύπτει την ανάγκη έγκαιρης, έμπειρης και εξειδικευμένης απομακρυσμένης ιατρικής υπηρεσίας, επιτρέποντας σε πραγματικό χρόνο τη μετάδοση κρίσιμων βιοσημάτων, όπως ηλεκτροκαρδιογράφημα, πίεση, οξυγόνωση αίματος, σφυγμούς, θερμοκρασία, καθώς και εικόνων στο συντονιστικό κέντρο του νοσοκομείου, δίνοντας στους ιατρούς μια ολοκληρωμένη άποψη της κατάστασης του ασθενή. Το σύστημα εφαρμόζεται σε πλειάδα περιπτώσεων καλύπτοντας:

- Επείγοντα περιστατικά - μέσα διακομιδής ασθενών: ΕΚΑΒ, Μεγάλα Ιδιωτικά Νοσοκομεία, Ένοπλες Δυνάμεις.
- Κέντρα Υγείας-Αγροτικά Ιατρεία: Σύνδεση με Περιφερειακά ή Κεντρικά Νοσοκομεία για παροχή συμβουλευτικών υπηρεσιών.

- Κατ' οίκον τηλεφροντίδα-Ιδρύματα φροντίδας για κάλυψη ασθενών στο σπίτι τους, σε οίκους ευγηρίας και σε ΚΑΠΗ.

Στα πλεονεκτήματα του συστήματος συγκαταλέγονται τα εξής:

- Ευελιξία.
- Δυνατότητα χρήσης όλων των τηλεπικοινωνιακών δικτύων, αναπτύσσοντας με αυτόν τον τρόπο, ευρύτερο φάσμα εφαρμογών.
- Δυνατότητα διασύνδεσης του συστήματος με Πληροφοριακά Συστήματα Νοσοκομείων για πρόσβαση σε πρόσθετες πληροφορίες που αφορούν στον Ασθενή.
- Σύνδεση με τις σημαντικότερες συσκευές μέτρησης φυσιολογικών παραμέτρων.
- Αξιοπιστία-Ασφάλεια.
- Ανάπτυξη συστήματος βάσει κοινά αποδεκτών προτύπων ποιότητας IEC/ISO9126.
- Χρήση πρωτοκόλλου TCP/IP το οποίο επιτρέπει ασφαλή και ακριβή μετάδοση δεδομένων.
- Επιπρόσθετη ασφάλεια μέσω εξουσιοδοτημένης πρόσβασης και δυνατότητας με τη χρήση έξυπνης κάρτας.
- Πιστοποιημένη λειτουργία σε πραγματικό περιβάλλον εργασίας σε πέντε Ευρωπαϊκά κράτη.
- Καινοτομία.
- Το σύστημα έχει αναπτυχθεί χρησιμοποιώντας τεχνολογίες αιχμής και αποτελεί την πρώτη ολοκληρωμένη λύση τηλεϊατρικής για επείγοντα περιστατικά και τηλεπαρακολούθηση, που παρουσιάζεται στην Ελλάδα.
- Ευκολία χρήσης.
- Μικρού μεγέθους συσκευή, ελαφριά, εργονομική, με φιλικό περιβάλλον εργασίας, ακόμα και για αρχάριους.
- Φορητή συσκευή με αυτονομία χρήσης 3 ωρών συνεχούς λειτουργίας [58].

#### 6.6.4 WETS

Ο στόχος του WETS (Worldwide Emergency Telemedicine Service) είναι να αποδειχθεί η σκοπιμότητα και η αποτελεσματικότητα της κοινής υποδομής που είναι σε θέση να παρέχει στήριξη σε οποιαδήποτε κινητή μονάδα σε περίπτωση έκτακτης ιατρικής ανάγκης στην ξηρά, θάλασσα και αέρα, που επιτυγχάνεται μέσω:

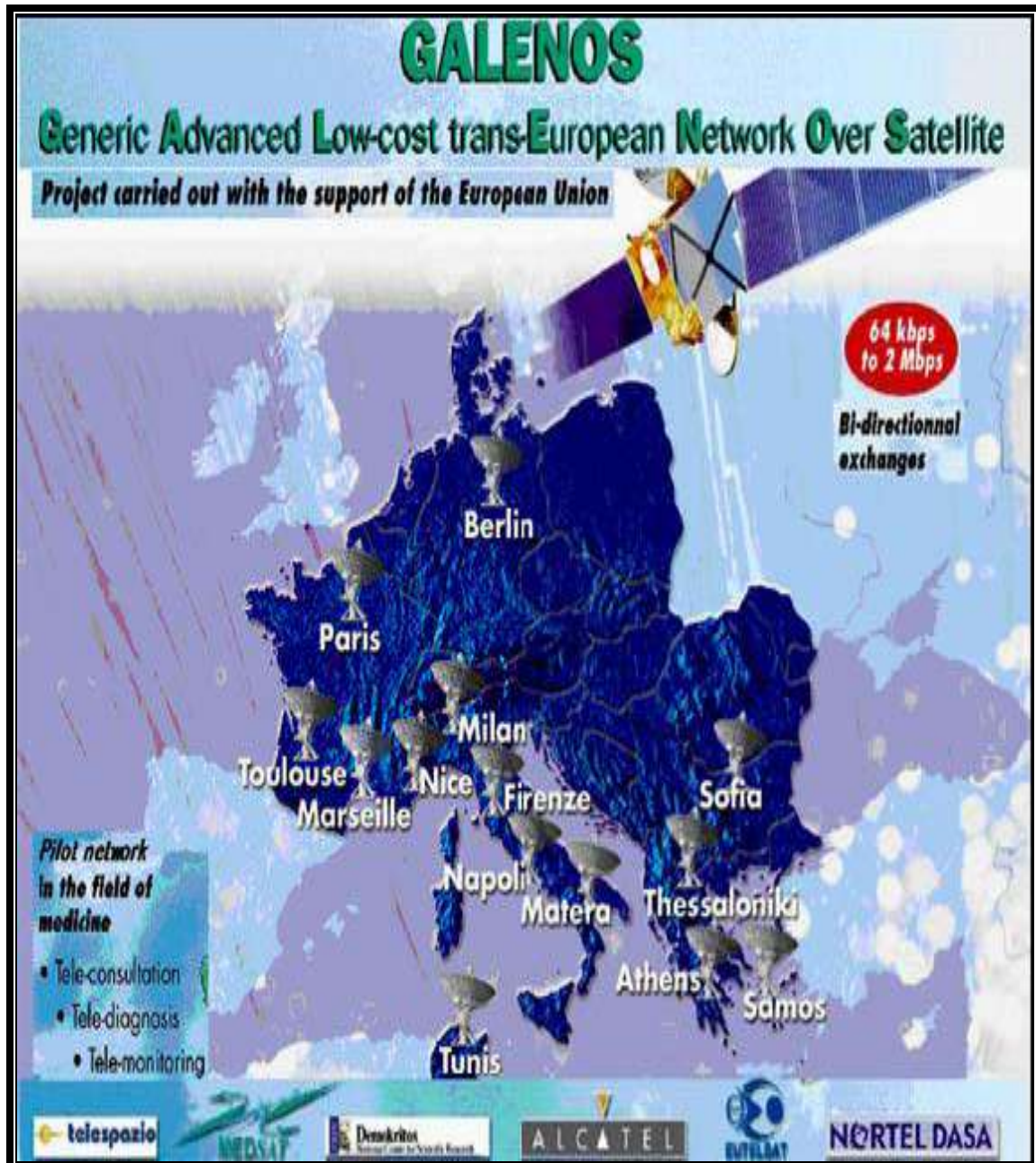
- Χρήσης διαφορετικών δεσμών επικοινωνίας, όπως GSM, δορυφορικής τηλεόρασης, ραδιοφώνου και ISDN.
- Χρήσης του συστήματος εντοπισμού θέσης GPS.
- Μετάδοσης των ζωτικών σημείων και εικόνων.
- Πρόσβαση σε πληροφορίες σχετικές κλινικές.
- Χρήση του επί του σκάφους εργαλείων υποστήριξης αποφάσεων, όπως Multimedia Medical Guide.
- Πρόσβαση σε απομακρυσμένες ιατρικές γνώσεις και σαν παράδειγμα είναι η υγειονομική περίθαλψη που αναφέρεται σε διάφορα κέντρα.

Στήριξη σε μεγάλο βαθμό στα ευρωπαϊκά έργα HECTOR και MERMAID. Στην πραγματικότητα, θα ξεκινήσει τις δραστηριότητές της με βάση τις ανάγκες των χρηστών και ανάλυση λειτουργικών προδιαγραφών ορισμών, όπως παράγονται στο αντίστοιχο HECTOR και MERMAID. Ανάπτυξη τριών εκτεταμένων πιλοτικών περιοχών όπως στην Ιταλία, Ελλάδα και Ισπανία, με την ενσωμάτωση της πιλοτικής λειτουργίας χώρων στα δύο προαναφερθέντα έργα.

Η κύρια δραστηριότητα θα επικεντρωθεί στην επικύρωση τους σε μεγάλη κλίμακα, με τη συμμετοχή ενός αρκετά ευρύ φάσματος ομάδων χρηστών, τόσο σε επίπεδο τελικών χρηστών ναυτικών, επιβατών των αεροπορικών μεταφορών, των αλιέων, των πολιτών όσο και σε επαγγελματικό επίπεδο γιατροί, εφοπλιστές, αεροπορικές εταιρίες. Η κοινοπραξία περιλαμβάνει όλους τους κατάλληλους φορείς Πανεπιστήμιο - Νοσοκομεία της υγειονομικής περίθαλψης, κέντρα υποστήριξης και βιομηχανίες, πολλά από τα οποία έχουν ήδη εμπειρία στην διαχείριση και την ανάπτυξη της τηλεματικής υγείας μεγάλων έργων [63].

### 6.6.5 GALENOS

Στο πλαίσιο του έργου GALENOS (Generic Advanced Low-cost trans-European Network Over Satellite) χαμηλού κόστους διευρωπαϊκού δικτύου μέσω δορυφόρου, αφιερωμένο σε τηλεϊατρικές εφαρμογές, έχει εφαρμοστεί σε 14 κλινικές, έξι (6) χωρών, όπως φαίνεται στην εικόνα 6.4.



Εικόνα 6.4 : Διανεμημένη ιατρική ευφυΐα στο δίκτυο GALENOS [64]

Λόγω της συμμετοχής των βιομηχανικών εταιρών στην ενσωμάτωση του δικτύου επικοινωνίας, πολλές υπηρεσίες τηλεϊατρικής έχουν γίνει διαθέσιμες σε ένα ενιαίο και χαμηλού κόστους τεχνολογίας δίκτυο.

### **Απαιτήσεις σε Hardware**

Οι απαιτήσεις υλικού για ένα σταθμό εργασίας σε τηλεϊατρικές εφαρμογές μέσω δορυφόρου (WoTeSa) στο δίκτυο GALENOS πληρούνται από τα παρακάτω τεχνικά χαρακτηριστικά (hardware) : ένα IBM-συμβατό υπολογιστή με δύο επεξεργαστές Pentium ® III επεξεργαστές ( $\geq 600$  MHz), 256 Mbytes RAM, ένα βίντεο-Osprey σύλληψης του σκάφους, ένα τοπικό δίκτυο Ethernet-διοικητικό συμβούλιο του δικτύου (για LAN, Ethernet, ATM), μια πλακέτα ήχου, μια φωτογραφική μηχανή με FBAS-ή S-Video έξοδο ως ζωντανή πηγή, προαιρετικά μια δεύτερη κάμερα ως κάμερα εγγράφων (για μετάδοση των μη-ψηφιακών εικόνων), ενώ ψηφιακές εικόνες μπορούν να μεταδοθούν απευθείας από το λογισμικό WinVicos και τα πρότυπα ακουστικά. Οι αναλογικές έξοδοι του ιατρικού εξοπλισμού απεικόνισης μπορεί να τροφοδοτούν απευθείας το διοικητικό συμβούλιο μέσω λήψης βίντεο Osprey.

### **Απαιτήσεις σε λογισμικό**

Το λογισμικό επικοινωνίας, που ονομάζεται WinVicos, έχει ειδικά σχεδιαστεί και αναπτυχθεί για διαφορετικές τηλεϊατρικές εφαρμογές. Το WinVicos (Wavelet με βάση το διαδραστικό σύστημα επικοινωνίας Video) είναι ένα high-end, διαδραστικό βίντεο λογισμικού συνεδρίου, παρέχοντας σε πραγματικό χρόνο βίντεο, εικόνες και μετάδοση ήχου. Οι εταίροι της τηλεδιάσκεψης μπορούν να δουν με άλλα λόγια, εικόνες και ανταλλαγή πληροφοριών, ακόμη και να χρησιμοποιήσουν απομακρυσμένους δείκτες που δείχνουν ορισμένες λεπτομέρειες.

Εκτός από την κύρια διεπαφή χρήστη μέχρι τέσσερα παράθυρα μπορεί να εμφανιστεί στην επιφάνεια εργασίας του χρήστη: μια αυτο-προβολή με το live-πηγή που αποστέλλεται στη διάσκεψη βίντεο, ένας φιλοξενούμενος που δείχνει το βίντεο που έλαβε και μέχρι δύο παράθυρα που δείχνουν εικόνες-ακόμα όταν αποσταλούν στον εταίρο ή ληφθούν από αυτόν.

Για το WinVicos συμπίεσης βίντεο χρησιμοποιείται ένα υβριδικό-βελτιστοποιημένης ταχύτητας κυματιδίων codec, με βάση τις έννοιες της κατανομής, ομαδοποίησης και υπό

όρους κωδικοποίηση, ΡΑΟΟ ("Deutsche Telekom", Ευρεσιτεχνίας DE 197 34 542 Α1). Σε αντίθεση με άλλες DCT με βάση codecs (όπως H.261 και MPEG-4), αυτό το ΡΑΟΟ-codec δεν χωρίζεται σε ένα πλαίσιο 8x8 μπλοκ, αλλά επεξεργάζεται το σύνολο πλαισίου ταυτόχρονα.

Συνεπώς, η ποιότητα εικόνας είναι ανώτερη, χωρίς μπλοκάρισμα και δεν υπάρχει ανάγκη αποδέσμευσης φίλτρου. Για τη μείωση χρονικών απολύσεων σε μια σειρά βίντεο μόνο η διαφορά είναι ότι μεταξύ δύο διαδοχικών πλαισίων υφίσταται κωδικοποίηση.

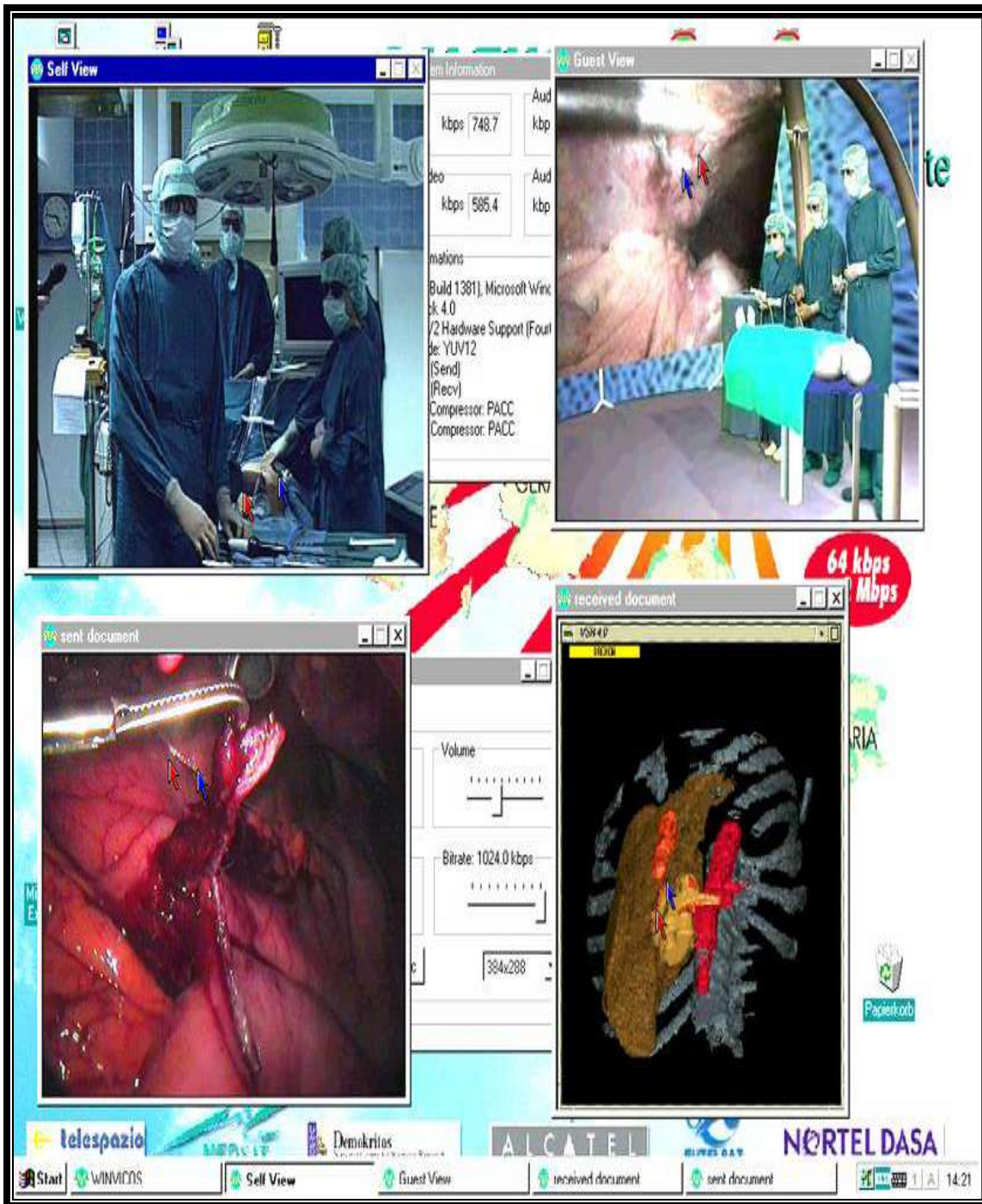
Επιπλέον, ο κωδικοποιητής δεν εκτελεί περίπλοκες εκτιμήσεις κίνησης και αποζημιώσεις, και ιατρικές εφαρμογές εμφανίζουν μόνο βραδεία πλευρικών κινήσεων με την παρατήρηση, κυρίως κατά την z-διεύθυνση. Έτσι, στην περιοχή μικρού εύρους ζώνης μετάδοσης (0.5-1 Mbit / s κατά μια διαδρομή), η ζωντανή μετάδοση βίντεο απόδοση του WinVicos είναι ανώτερη από όλα τα εναλλακτικά συστήματα.

Καθώς ο ΡΑΟΟ-κωδικοποιητής αποκλειστικά βασίζεται σε λογισμικό, είναι εύκολο να υλοποιηθούν βελτιώσεις και επεκτάσεις των αλγορίθμων του λογισμικού. *Η συμπίεση του ήχου γίνεται από το MPEG Layer 3 αλγόριθμο, mp3, που αναπτύχθηκε από τη γερμανική Fraunhofer Institute [64].*

### **Εφαρμογές του GALENOS στη τηλεϊατρική**

Το δίκτυο επιτρέπει στους γιατρούς GALENOS όχι μόνο να λάβουν ψηφιακές εικόνες για την ιατρική εκπαίδευση, αλλά και τους εκπαιδεύει χρησιμοποιώντας το state-of-the-art επικοινωνίας, βίντεο και τεχνολογίες ηλεκτρονικών υπολογιστών που απαιτούνται για τη συλλογική εργασία σε ένα δίκτυο κατανεμημένων ιατρικών πληροφοριών (διαδραστική Τηλεκπαίδευσης, εικόνα 6.5).

Τέτοια κατανεμημένα ιατρικά δίκτυα παρέχουν νοημοσύνη στο έχων αρμοδιότητα δίκτυο και επιτρέπει π.χ. σε τοπικούς γιατρούς ή τοπικά νοσοκομεία που βρίσκονται αντιμέτωποι με απρόσμενα αποτελέσματα, προκειμένου να πάρουν σε απευθείας σύνδεση συμβουλές από το πλησιέστερο ακαδημαϊκό νοσοκομείο (διεγχειρητική ακτινολογική τηλεπίσκεψη, εικόνα 6.6).



Εικόνα 6.5 : Διαδραστική Τηλεκπαίδευση [64]





**Εικόνα 6.6 : Διεγχειρητική Ακτινολογική τηλεπίσκεψη [64]**

Γίνεται επίσης δυνατό να πραγματοποιηθεί διεγχειρητική τηλεπαθολογία, όπου, μετά από μια βιοψία, λαμβάνεται ένα δείγμα το οποίο βάζετε κάτω από κάμερα – μικροσκόπιο, ελεγχόμενο εξ αποστάσεως και η διάγνωση διατυπώνετε από ένα απομακρυσμένο εμπειρογνώμονα. Η Proc. SPIE Vol. 4584 203 διεγχειρητική τηλεακτινοδιαγνώσεων, αποτελεί μια βάση δεδομένων, όπου ανά πάσα στιγμή κατά τη διάρκεια της λειτουργίας, ο χειρουργός μπορεί να έχει πρόσβαση όλη την προεγχειρητική ακτινολογικών δεδομένων όπως το X-ray, CT, MRT και να συζητήσει με τον ακτινολόγο σε πραγματικό χρόνο.

Η δυνατότητα να λάβετε υποστήριξη από εξωτερικούς εμπειρογνώμονες, η βελτίωση της ακρίβειας της χειρουργικής θεραπείας με τη βοήθεια υπολογιστή ή με τη βοήθεια

συστημάτων ρομποτικής, καθώς και η απευθείας σύνδεση – τεκμηρίωση αναλύσεων και ως εκ τούτου, βελτιωμένη ανάλυση των διαθέσιμων στοιχείων του ασθενή, όχι μόνο θα συμβάλει στη συνεχή βελτίωση της θεραπείας αλλά και της φροντίδας των ασθενών.

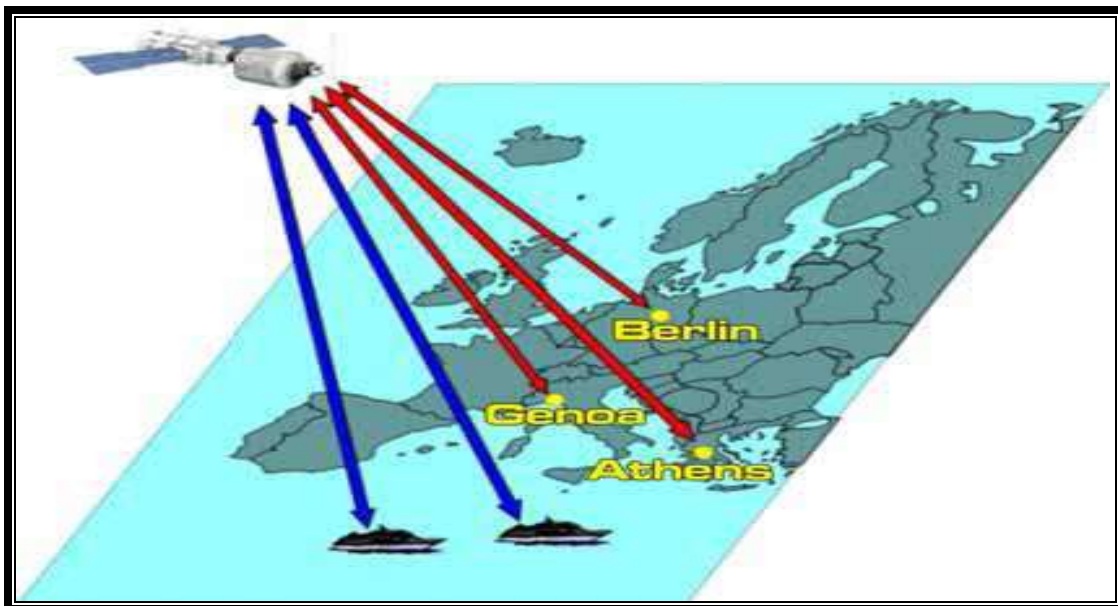
Τελευταίο, αλλά όχι λιγότερο σημαντικό, η χρήση της Τηλεκπαίδευσης και Τηλεκατάρτισης μέσω του διαδραστικού δικτύου GALENOS συμβάλλουν αποφασιστικά στην αναγνώριση των ειδικευμένων ιατρών.

Για τους λόγους αυτούς, το υφιστάμενο δίκτυο GALENOS είναι αναγκαίο να επεκταθεί [64].

### 6.6.6 MEDASHIP

Ο κύριος στόχος της υπηρεσίας που αναπτύχθηκε από το πρόγραμμα MEDASHIP είναι να παρέχει ολοκληρωμένες λύσεις για ιατρικές επισκέψεις επί του πλοίων. Οι δορυφορικές υπηρεσίες τηλεϊατρικής αντιμετωπίζει καταστάσεις τόσο σε επιβατηγά πλοία όσο και σε εμπορικά πλοία. Ως στόχο έχουν να παρέχουν στους επιβάτες και τα μέλη του πληρώματος μια αποτελεσματική ιατρική βοήθεια σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης και σε όλες τις περιπτώσεις όπου το ιατρικό προσωπικό απαιτεί μια δεύτερη γνώμη.

Κατά τη διάρκεια της φάσης επικύρωσης η υπηρεσία δοκιμάστηκε επί του σκάφους τριών πλοίων με τη δυνατότητα σύνδεσης σε τρία ιατρικά κέντρα (Εικόνα 6.7).



Εικόνα 6.7 : Δίκτυο που συνδέει το MEDASHIP με ειδικά εξοπλισμένα πλοία της Μεσογείου με τα τρία Νοσοκομεία Αναφοράς στην Αθήνα, τη Γένοβα και το Βερολίνο [65].

Εκτός από το πρότυπο ιατρικό εξοπλισμό στα πλοία, απαιτείται η ύπαρξη δύο καμερών βίντεο, ενός ηλεκτροκαρδιογραφήματος (ΗΚΓ) και ενός υπερηχογραφήματος (US) που χρησιμοποιείται. Με αυτόν τον εξοπλισμό οι **ακόλουθες υπηρεσίες τηλεϊατρικής** έχουν πραγματοποιηθεί με τη χρήση δορυφορικής μετάδοσης σε ένα εύρος ζώνης των 512 kbps μέχρι 1 Mbps γεγονός που προσφέρει την απαιτούμενη υψηλή ποιότητα των εικόνων και βίντεο μετάδοσης :

### **Τηλεπίσκεψη**

Η ζωντανή κάμερα επί του σκάφους του πλοίου μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη μετάδοση της εικόνας του γιατρού με αποτέλεσμα η εξέταση εντός του πλοίου, ή στην εικόνα του ασθενούς, όταν αμφισβητείται από την ξηρά εμπειρογνώμονας. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για να δείξει την χερσαία γνωμάτευση ενός τραυματισμένου μέρους του σώματος του ασθενούς. Έτσι, κατά αυτόν το τρόπο μια πολύ ρεαλιστική και αποτελεσματική ζωντανή επικοινωνία είναι δυνατή.

### **Ηλεκτροκαρδιογράφημα**

Το σύστημα ΗΚΓ είναι συνδεδεμένο με WoTeSa επί του πλοίου και μπορεί να ελέγχεται μέσω ιατρού από τον σταθμό εργασίας. Μέσω του λογισμικού κοινής χρήσης εφαρμογών, ο ειδικός μπορεί να ελέγξει το σύστημα ΗΚΓ από την ξηρά - χώρο εργασίας. Το κύριο μενού που περιλαμβάνει όλες τις λειτουργίες του ΗΚΓ για τον κάθε ασθενή μεταδίδεται στον εμπειρογνώμονα. Έτσι, ο εμπειρογνώμονας και ο γιατρός του σκάφους μπορούν να αποκτήσουν από κοινού και να αναλύσουν την έκθεση ΗΚΓ.

### **Telesonography**

Το S-video εξόδου του εξοπλισμού των ΗΠΑ συνδέεται άμεσα με τη σύλληψη βίντεο Osprey συμβουλίου. Δοκιμές δορυφορικής μετάδοσης έχουν δείξει ότι όχι μόνο ακίνητες εικόνες μπορούν να μεταφερθούν, αλλά και ζωντανές έρευνες υπερήχων μπορεί να μεταδοθούν με ταχύτητες της τάξης των 500-700 kbps (Εικόνα 6.8).

Με μια κάμερα εγγράφων παρομοίως, δεδομένα του ασθενή μπορεί να συλληφθούν και να ψηφιοποιηθούν από WinVicos σαν ένα έγγραφο. Για παράδειγμα οι ακτίνες X ή CT-εικόνες μπορεί να συλληφθούν από μια πλακέτα φωτισμού, να εμφανίζονται τοπικά και να μεταδίδονται με τη χρήση της κάμερας εγγράφων.



**Εικόνα 6.8 : Telesonography: Τηλεζωντανά σήματα του εξοπλισμού υπερήχων επί του σκάφους του πλοίου μεταδίδονται στο νοσοκομείο αναφοράς. Ένας γιατρός στο Charité είναι από διαβούλευση με το υπερηχογράφημα εξέτασης του ασθενούς επί του κρουαζιερόπλοιο [65]**

### **Μείωση του κόστους**

Οι δαπάνες για τις επείγουσες παρεμβάσεις όπως η αφαίρεση των επιβατών από το πλοίο και η νοσηλεία τους στο εξωτερικό δεν πρέπει να υποτιμούνται. Η αφαίρεση ενός επιβάτη (π.χ. αναίρεση τροποποιήσεων της Καραϊβικής) μπορεί να κοστίσει μέχρι και 11.000 \$ και το κόστος νοσηλείας μπορεί να κυμαίνεται 500 έως 1.000 € /ημέρα.

Κατά συνέπεια, οι τάσεις της αγοράς αναγκάζουν γραμμές επιβατηγών πλοίων να προσφέρουν υπηρεσίες που συμβάλουν στη βελτίωση της ανταπόκρισης με τα ενσωματωμένα στο δίκτυο, νοσοκομεία έκτακτης ανάγκης, ώστε να βελτιώσουν την ικανοποίηση του πελάτη και της εικόνα των εταιρειών τους [65].

### **6.6.7 ΓΛΑΡΟΣ**

Το σύστημα τηλεϊατρικής “ΓΛΑΡΟΣ ” παρέχει πλήρεις δυνατότητες διαχείρισης και αποστολής του Ηλεκτρονικού Ιατρικού Φακέλου του ασθενούς καθώς και δυνατότητα τηλεσυνδιάσκεψης (video conference) μεταξύ των ιατρών. Είναι απλό στη χρήση, διότι είναι μελετημένο και σχεδιασμένο για μη εξοικειωμένους με υπολογιστές χρήστες. Επίσης είναι πλήρες και εύχρηστο διότι στο σχεδιασμό του πήραν μέρος γιατροί διαφόρων ειδικοτήτων. Χρησιμοποιείται από το 1997 στο Εθνικό Δίκτυο Τηλεϊατρικής του Υπουργείου Υγείας και συνδέει τους απομακρυσμένους σταθμούς με την Μονάδα Τηλεϊατρικής του Σισμανογλείου Νοσοκομείου. Πρόκειται για μία ενιαία εφαρμογή και όχι πολλές εφαρμογές, οι οποίες θα παρουσίαζαν στο χρήστη διαφορετική “φιλοσοφία”, εικόνα-τύπου παραθύρων και μενού.

### **ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΣ ΙΑΤΡΙΚΟΣ ΦΑΚΕΛΟΣ**

Ο Ηλεκτρονικός Ιατρικός Φάκελος του ασθενούς εκπονήθηκε από την Μονάδα Τηλεϊατρικής του Σισμανογλείου Νοσοκομείου και περιέχει τα δημογραφικά στοιχεία, το Ιατρικό Ιστορικό καθώς και τις αντίστοιχες κλινικές και παρακλινικές εξετάσεις, όπως τις εργαστηριακές, ακτινογραφίες, υπέρηχους, αξονικές-μαγνητικές τομογραφίες, καρδιογραφήματα, κείμενα, και φωτογραφίες.

Τα στοιχεία αποθηκεύονται σε βάση δεδομένων και εμφανίζονται σαν δένδρο κατά ασθενή και επίσκεψη, ώστε ο χρήστης να έχει άμεσα πλήρη εικόνα των δεδομένων του

κάθε ασθενούς. Η ψηφιοποίηση εικόνων-ακτινογραφιών και η εισαγωγή τους στο σύστημα γίνεται κυριολεκτικά με το πάτημα ενός πλήκτρου.

Υποστηρίζονται όλες οι twain<sup>5</sup> συμβατές συσκευές όπως σαρωτές οποιουδήποτε μεγέθους και κάμερες οποιασδήποτε ανάλυσης, ενώ παρέχονται πλήρεις δυνατότητες επεξεργασίας εικόνας. Εκτός από τις βασικές δυνατότητες, ο χρήστης έχει στη διάθεσή του εξελιγμένα φίλτρα επεξεργασίας εικόνας, η εφαρμογή των οποίων μπορεί να τονίσει λεπτομέρειες που δεν είναι εύκολα ορατές.

## **ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ**

Για τη μετάδοση των δεδομένων το σύστημα υποστηρίζει όλους τους διαδεδομένους τύπους τηλεπικοινωνιακών συνδέσεων, όπως :

- Αναλογική τηλεφωνία PSTN.
- Ψηφιακή τηλεφωνία ISDN.
- Κινητή τηλεφωνία.
- Δορυφορική τηλεφωνία.
- ADSL.

Τα δεδομένα συμπιέζονται για ακόμα ταχύτερη μετάδοση και με αυτό τον τρόπο χρησιμοποιούνται πρωτόκολλα διόρθωσης τηλεπικοινωνιακών λαθών για 100% αξιοπιστία. Η μετάδοση γίνεται εξαιρετικά εύκολα αρκεί ο χρήστης να επιλέξει τι θα στείλει, τον τρόπο μέσω modem, ISDN καθώς και τον προορισμό. Αξίζει να σημειωθεί ότι οποιοδήποτε τερματικό μπορεί να συνδεθεί με οποιοδήποτε άλλο, χωρίς δηλαδή να χρειάζεται να περάσει από κάποιο κεντρικό server [66].

### **6.6.8 Εξέταση άλλων συστημάτων που προσφέρουν σαφή πλεονεκτήματα**

Το σύστημα GMDSS (Global Maritime Distress And Safety System) είναι ένα σύστημα με **σαφή πλεονεκτήματα** που συνίσταται στη διασύνδεση διαφόρων συστημάτων (όπως τα συστήματα μετάδοσης πληροφοριών ασφάλειας ναυσιπλοΐας NAVTEX και Safety-

<sup>5</sup> Το TWAIN είναι ένα βιομηχανικό πρότυπο που επιτρέπει σε έναν υπολογιστή να επικοινωνεί με μια γραφική συσκευή, όπως ένα σαρωτή ή ψηφιακή φωτογραφική μηχανή.

NET και τα δορυφορικά συστήματα INMARSAT, COSPAS-SARSAT, Galileo, με τον συνδυασμό των οποίων επιτυγχάνεται:

- Άμεση ενεργοποίηση των υπηρεσιών έρευνας και διάσωσης με πραγματοποίηση μιας κλήσεως κινδύνου μόνο με το πάτημα ενός κουμπιού και η μετάδοσή της με όλα τα διατιθέμενα στην περιοχή επίγεια και δορυφορικά συστήματα επικοινωνιών, ώστε να ληφθεί άμεσα, τόσο στο πλησιέστερο παράκτιο κέντρο συντονισμού επιχειρήσεων έρευνας και διάσωσης, όσο και στα παραπλέοντα πλοία.
- Παροχή στα πλοία υψηλών δυνατοτήτων επικοινωνιών, χωρίς την απαίτηση ιδιαίτερης φύλαξης δεδομένων και έτσι κατά αυτόν το τρόπο καταργείται η ειδικότητα του ραδιοτηλεγραφήτη.

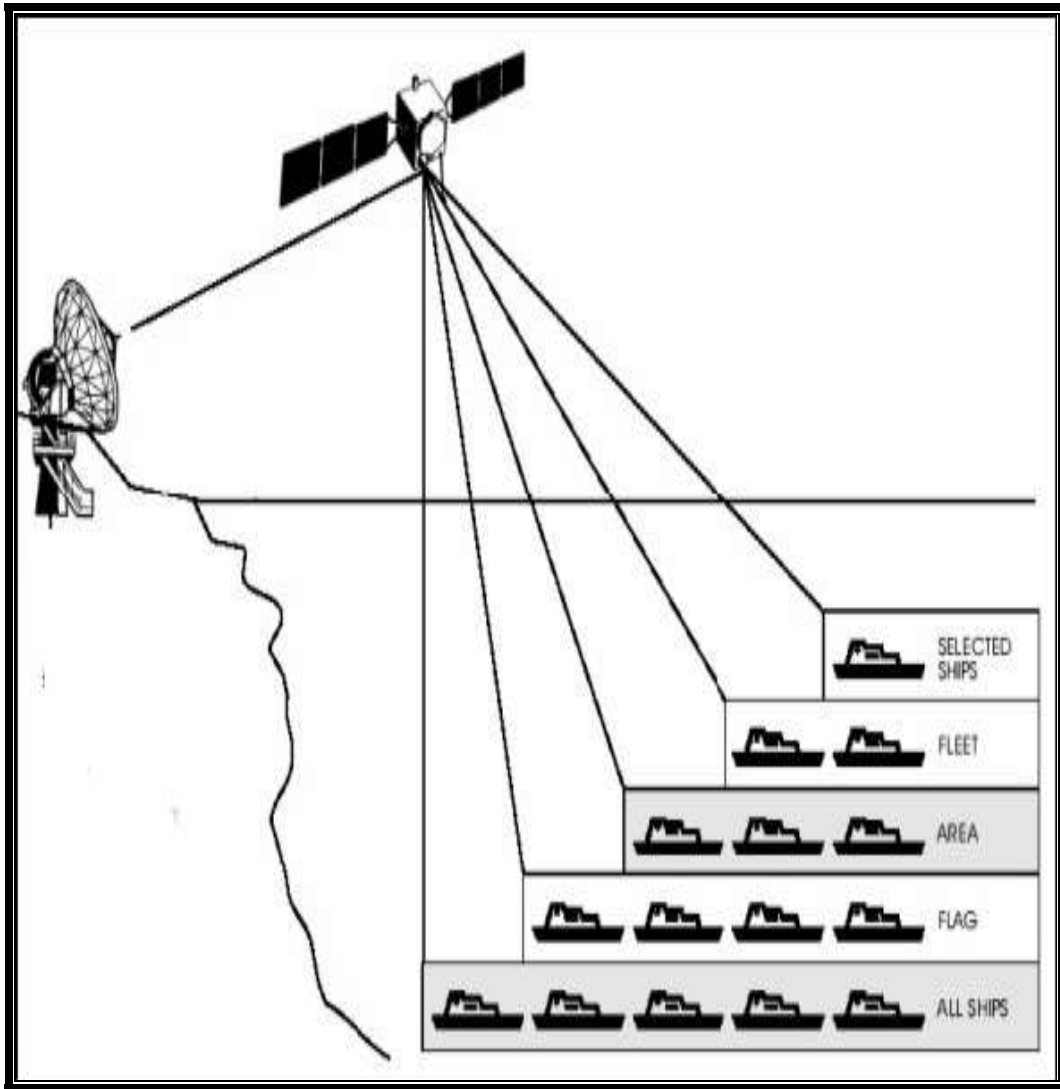
Οι σημαντικότερες από τις νέες δυνατότητες επικοινωνιών του συστήματος GMDSS, είναι:

- Αυτόματη και άμεση λήψη πληροφοριών της ασφάλειας της ναυσιπλοΐας.
- Ραδιοτηλεφωνία με δυνατότητα άμεσης αμφίδρομης φωνητικής επικοινωνίας ‘‘πλοίου-σταθμού ξηράς, πλοίου-πλοίου’’ και ‘‘πλοίου-αεροσκάφους’’.
- Τηλεγραφία Στενής Ζώνης Άμεσης Εκτύπωσης NBDB (Narrow Band Direct Printing Telegraphy) κοινώς Ραδιοτηλετυπία.
- Ψηφιακή Επιλογική Κλήση DSC (Digital Selective Calling).
- Ομαδική κλήση EGC (Enhanced Group Calling).

Η τεχνική της ψηφιακής επιλεκτικής κλήσης DSC (Digital Selective Calling) χρησιμοποιείται αποκλειστικά και μόνο για κλήση. Με χρήση ψηφιακών κωδικών, παρέχεται η δυνατότητα σε ένα σταθμό να αποκαταστήσει επαφή και να μεταφέρει πληροφορίες σε ένα άλλο ή σε ομάδα σταθμών. Χρησιμοποιείται για συναγερμούς κινδύνου στις συμβατικές επικοινωνίες.

Χρησιμοποιώντας την τεχνική της ομαδικής κλήσης EGC (Enhanced Group Calling), οι πληροφορίες μεταδίδονται από την ξηρά προς τα πλοία, με:

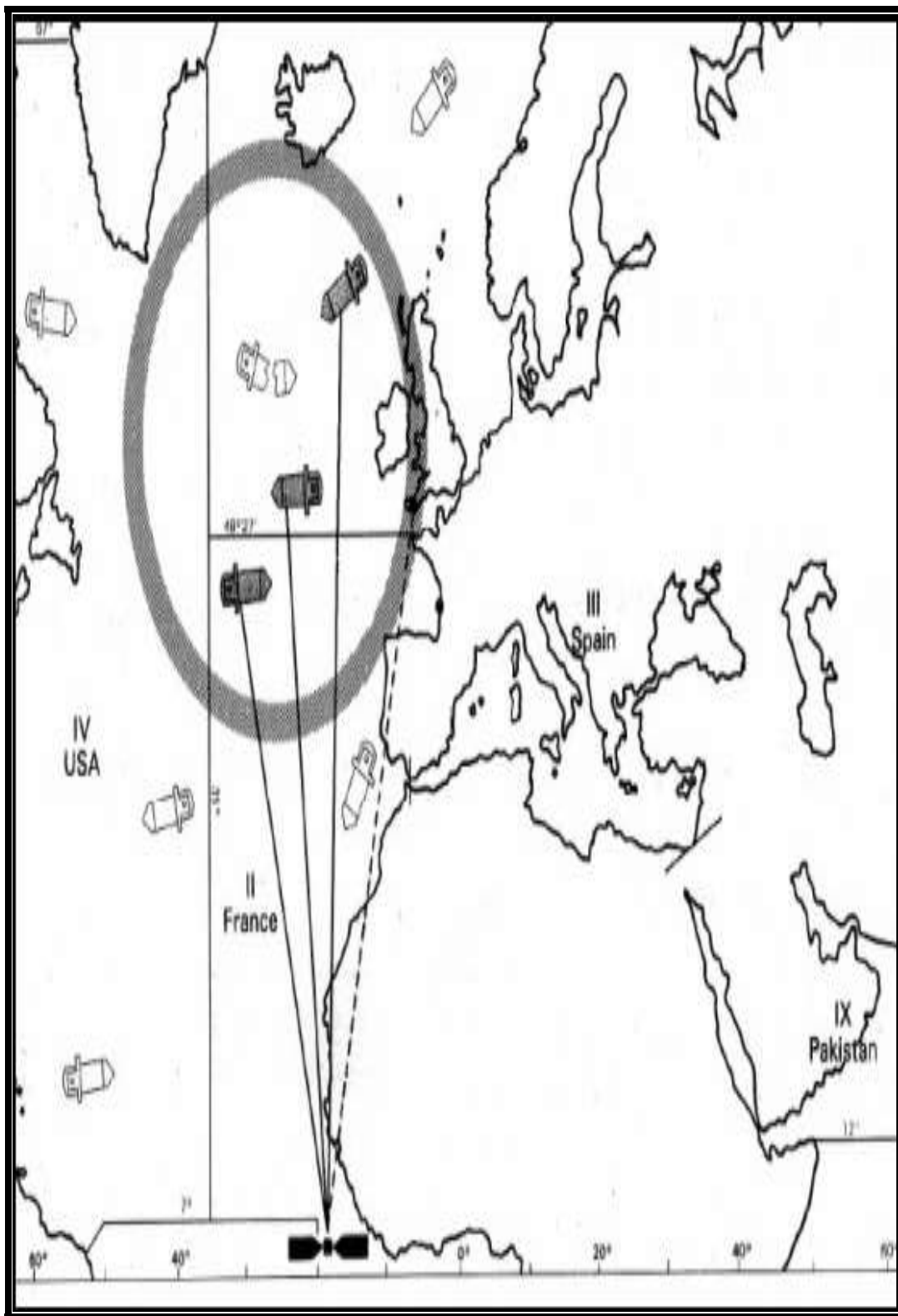
- Επιλογή πλοίων που ανήκουν σε συγκεκριμένη σημαία, ανεξάρτητα από την περιοχή που βρίσκονται σε υπηρεσία Fleet-Net [Εικόνα 6.9].



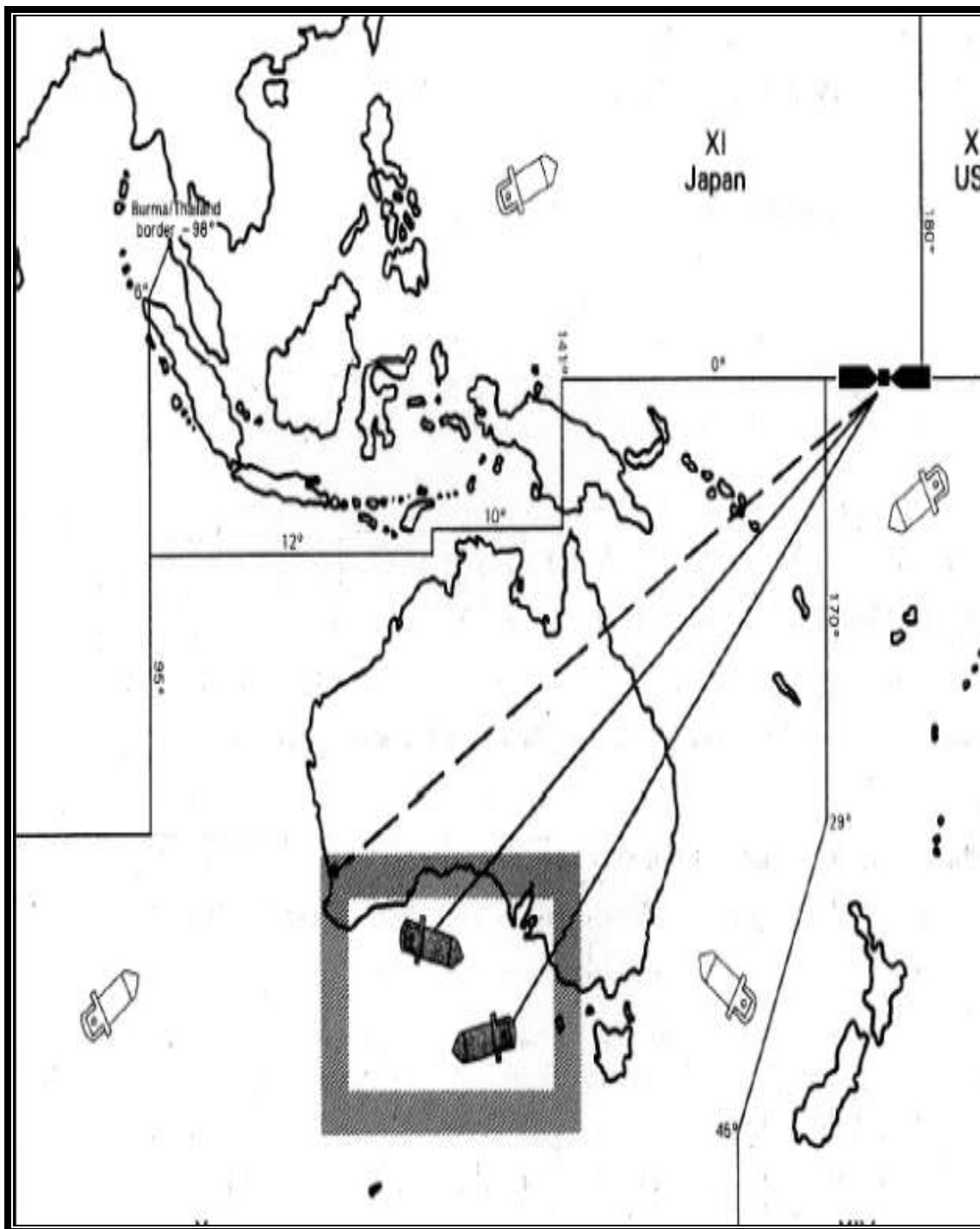
**Εικόνα 6.9 : Ομαδική κλήση πλοίων που ανήκουν σε συγκεκριμένη σημαία, ανεξάρτητα από την περιοχή που βρίσκονται [67].**

- Επιλογή πλοίων που βρίσκονται σε συγκεκριμένη γεωγραφική [Εικόνα 6.10 και 6.11].





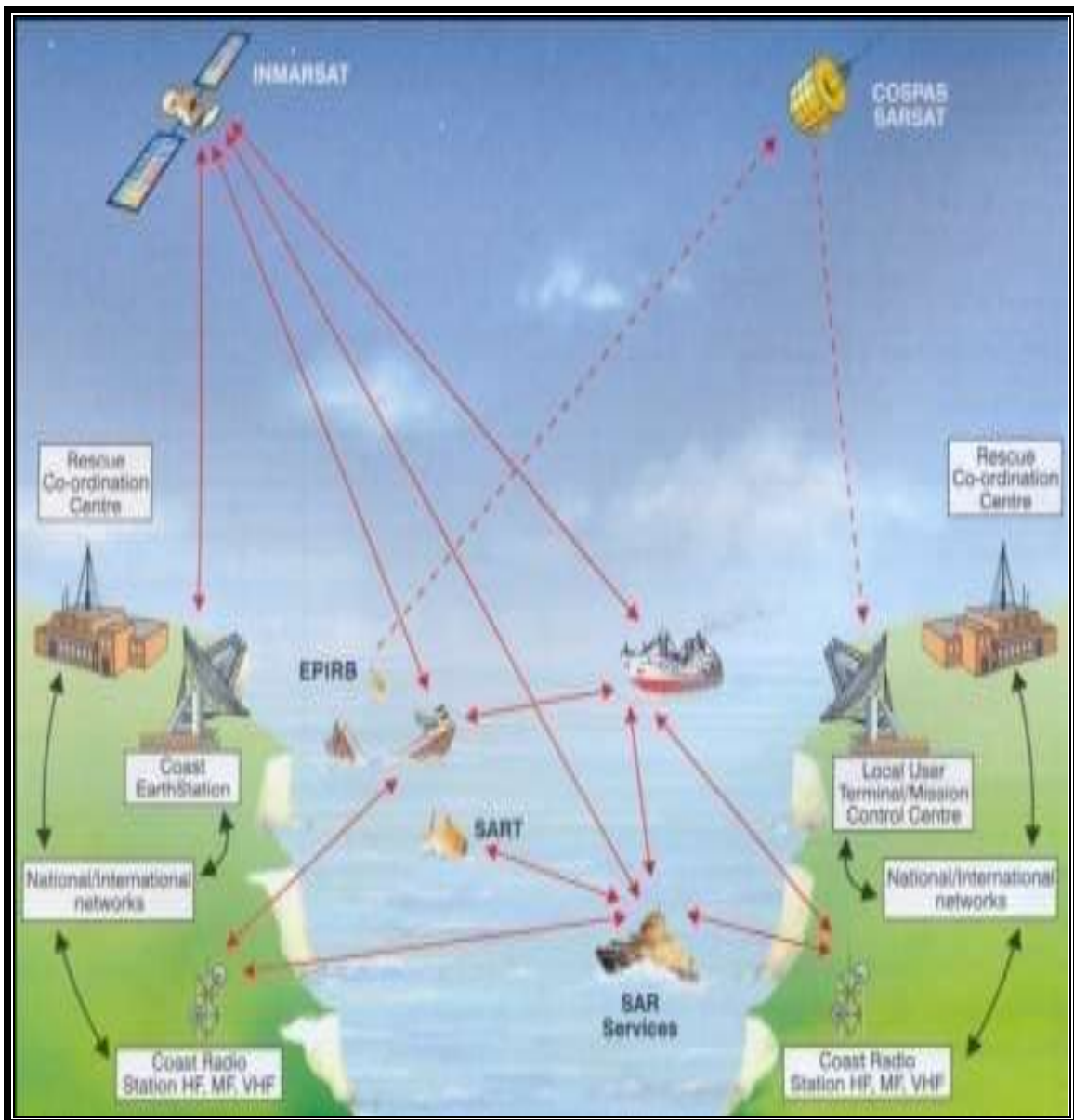
Εικόνα 6.10 : Ομαδική κλήση πλοίων σε κυκλική γεωγραφική περιοχή [67]



**Εικόνα 6.11 : Ομαδική κλήση πλοίων σε γεωγραφική περιοχή που οριοθετείται μεταξύ συγκεκριμένων μεσημβρινών και παραλλήλων [67].**

Η ενεργοποίηση των διαδικασιών έρευνας και διάσωσης του συστήματος GMDSS περιλαμβάνει την αυτόματη ενημέρωση παραπλεόντων πλοίων, παράκτιων σταθμών και

κέντρων συντονισμού έρευνας και διάσωσης (Rescue Coordinating Centers RCC), όπως φαίνεται στην Εικόνα 6.12.



**Εικόνα 6.12 : Ενεργοποίηση διαδικασιών έρευνας και διάσωσης [67]**

Η ενεργοποίηση των υπηρεσιών έρευνας και διάσωσης πραγματοποιείται με αρκετά επίγεια και δορυφορικά μέσα, όπως :

- Εκπομπή σήματος κινδύνου από τους ειδικούς πομποδέκτες GMDSS.

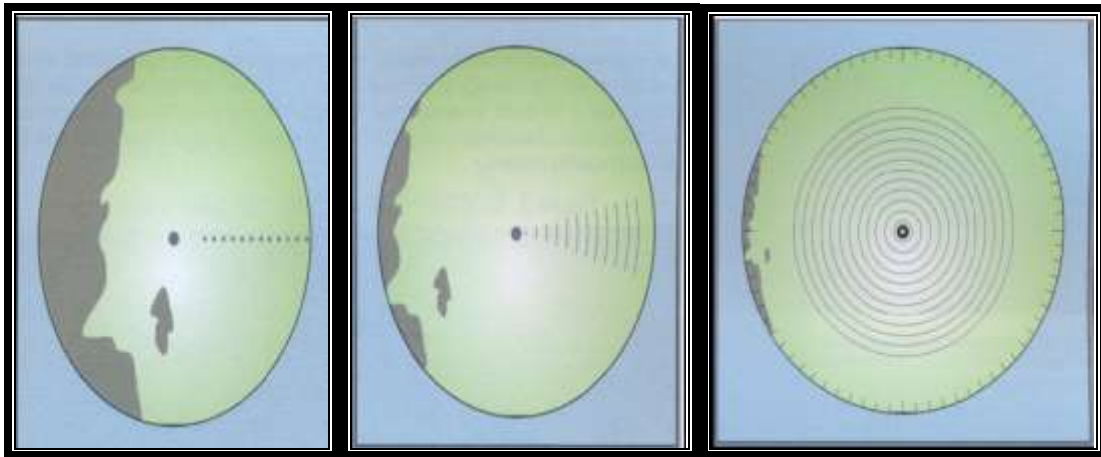
- Ενεργοποίηση των δορυφορικών φορητών Ραδιοσημαντήρων θέσεως κινδύνου (Emergency Position Radar Beacon-EPIRB). Οι ραδιοσημαντήρες, όπως δείχνει η Εικόνα 6.13) τοποθετούνται σε σωσίβιες λέμβους με δυνατότητα ελεύθερης πλεύσης - αυτόματης ενεργοποίησης για την εκπομπή συναγερμού κινδύνου. Όταν ενεργοποιηθούν, παρέχουν πληροφορίες ταυτότητας κινδυνεύοντος, πλοίου, στίγματος, φύσης κινδύνου και ώρας ενεργοποίησής του. Μπορούν επίσης να ενεργοποιηθούν με το χέρι.



**Εικόνα 6.13: Ραδιοσημαντήρες Θέσεως Κινδύνου (Emergency Position Radar Beacon-EPIRB) [67].**

- Ενεργοποίηση των Αναμεταδοτών Ραντάρ Έρευνας και Διάσωσης (Search and Rescue Radar Transponder-SART). Είναι συσκευή που λειτουργεί στη ζώνη των 9 GHz (X-BAND) και χρησιμοποιείται από ναυαγούς που βρίσκονται σε

σωσίβιες λέμβους και σχεδίες για τον εντοπισμό τους από τα σκάφη διάσωσης [Εικόνα 6.14].



**Εικόνα α**

**Εικόνα β**

**Εικόνα γ**

Εικόνα α – η αρχική ένδειξη του ραντάρ είναι με ευθεία γραμμή με 12 στιγμές στη διόπευση του ναυαγίου (090°).

Εικόνα β – όταν η απόσταση ελαττωθεί στο 1ν.μ η ένδειξη μετατρέπεται από ευθεία σε ομόκεντρα τόξα.

Εικόνα γ – όταν η απόσταση από το ναυάγιο ελαττωθεί περισσότερο, η ένδειξη μετατρέπεται σε ομόκεντρους κύκλους.

**Εικόνα 6.14 : Αναμεταδότης έρευνας και διάσωσης SART και ένδειξης οθόνης ραντάρ [67].**

## **6.7 Μοντέλο Τηλεϊατρικής που θα χρησιμοποιεί τα πλέον εξελιγμένα εργαλεία και συστήματα που υπάρχουν σήμερα.**

Το μοντέλο Maritime Telemedicine Solution (MTS) χρησιμοποιεί τα πλέον εξελιγμένα εργαλεία και συστήματα που υπάρχουν σήμερα. Μεταξύ άλλων, προσφέρει την διενέργεια εξετάσεων και ηλεκτρονικής διάγνωσης εξ' αποστάσεως - υπηρεσίες πάνω στο πλοίο, οι οποίες μέχρι πρότινος ήταν διαθέσιμες μόνο σε ένα διαγνωστικό κέντρο ή κλινική.

Το κύριο του πλεονέκτημα είναι ότι οι λύσεις, στοιχίζουν λιγότερο τόσο σε χρήμα, όσο και σε χρόνο. Επιπρόσθετα, υπερτερεί κλινικά, αφού παρέχει εξαιρετικά αποτελέσματα στην διάγνωση των ασθενών και δημιουργεί μεγαλύτερο αίσθημα ηθικής ικανοποίησης και ασφάλειας μεταξύ των μελών του πληρώματος. Επιπλέον, τα πλεονεκτήματα επεκτείνονται και στη σχέση κόστους-ωφέλειας.

Ο χρόνος μη λειτουργίας του πλοίου, ή επείγουσας προσέγγισης σε λιμάνι, μπορούν να έχουν τεράστιο κόστος, στην περίπτωση που το λιμάνι δεν βρίσκεται κοντά σε επαρκή νοσηλευτική υποδομή να διαχειριστεί το περιστατικό, ή να αναληφθεί η διαχείριση ανεξέλεγκτα από κάποιον πράκτορα. Η προτεινόμενη λύση παρέχει μία “ζώνη ασφάλειας” που μπορεί να απαλλάξει ταυτόχρονα τον καπετάνιο και τους πλοιοκτήτες από περαιτέρω ανησυχίες όταν αντιμετωπίζουν ευαίσθητες ιατρικές περιπτώσεις [68].

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

### 7. Σύνοψη - Συμπεράσματα

#### 7.1 Η προσφορά της τηλεματικής στα πλοία

Η ανάπτυξη του έργου 'SafeSeaNet' (SSN) ξεκίνησε με πρωτοβουλία της Γενικής, διεύθυνσης Μεταφορών και Ενέργειας (DG TREN) της Ε.Ε., η οποία με βάση την 2002/59/ΕΚ οδηγία του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του συμβουλίου όπου σύμφωνα με τα άρθρα 14, 21 & 23, προβλέπει τη συνεργασία μεταξύ των κρατών μελών και της επιτροπής για την ανάπτυξη ενός συστήματος ηλεκτρονικής ανταλλαγής ναυτιλιακών πληροφοριών, προχώρησε στο σχεδιασμό υλοποίησης ενός δικτύου τηλεματικής στο οποίο συμμετέχουν όλα τα Ναυτιλιακά Κράτη Μέλη της Ε.Ε. και του Ευρωπαϊκού Οικονομικού Χώρου (Ε.Ε.Τ.Α.).

Η λειτουργία του δικτύου αυτού στοχεύει στη συλλογή και διασπορά ναυτιλιακών πληροφοριών καθώς και στην εναρμόνιση του τρόπου ανταλλαγής των πληροφοριών αυτών μεταξύ των Κέντρων Μελών ώστε να εξυπηρετηθούν με τον καλύτερο δυνατό τρόπο, δραστηριότητες όπως:

- Η πρόληψη ναυτικών ατυχημάτων και περιστατικών ρύπανσης της θάλασσας.
- Η εφαρμογή της Ευρωπαϊκής νομοθεσίας σχετικά με τη ναυτική ασφάλεια.

Όλες οι πληροφορίες που συλλέγονται από τα εθνικά συστήματα αποθηκεύονται τοπικά με τρόπο ώστε να είναι διαθέσιμες για αποστολή τους στα άλλα Κ-Μ εφόσον ζητηθεί.

Το **κεντρικό σύστημα (SSN Core)** λειτουργεί αφενός μεν ως ευρετήριο (Yellow Pages) για τις πληροφορίες που τηρούνται από τα Κ-Μ και αφετέρου δε ως ο διαμεσολαβητής (Hub & Spoke) για την ανταλλαγή των πληροφοριών μεταξύ των Κ-Μ.

Οι ανταλλασσόμενες, μέσω του συστήματος, πληροφορίες βασίζονται στις αναφορές που υποβάλλονται στις Αρμόδιες Αρχές από τους πλοιοκτήτες/εφοπλιστές, πράκτορες και πλοιάρχους των πλοίων σε εφαρμογή της Κ.Ο. 2002/59, της Κ.Ο. 2000/59 και του Κανονισμού 725/2004.

Οι πληροφορίες αυτές διακρίνονται στις ακόλουθες κατηγορίες:

- Port Reports: Αφορά στις πληροφορίες που περιλαμβάνονται στις αναγγελίες κατάπλου των πλοίων. Οι αναφορές αυτές υποβάλλονται στις κατά τόπους

Λιμενικές Αρχές κυρίως από τους ναυτικούς πράκτορες των πλοίων σε έντυπη μορφή.

- HAZMAT Reports: Αφορά στις πληροφορίες που περιλαμβάνονται στις αναγγελίες μεταφοράς επικινδύνων ή / και ρυπογόνων εμπορευμάτων. Οι αναφορές αυτές υποβάλλονται στις κατά τόπους Λιμενικές Αρχές κυρίως από τους ναυτικούς πράκτορες των πλοίων σε έντυπη μορφή.
- Mandatory Reporting System (MRS) Reports: Αφορά στις πληροφορίες που περιλαμβάνονται στις αναφορές των πλοίων που εισέρχονται στην περιοχή ευθύνης ενός εκ των επτά (7) κέντρων της χώρας μας. Οι αναφορές αυτές υποβάλλονται από τους πλοιάρχους των πλοίων μέσω VHF στα κατά τόπους κέντρα VTS και ακολούθως μέσω σχετικής εφαρμογής του Εθνικού VTMS αποθηκεύονται στη κεντρική βάση δεδομένων του συστήματος.
- Automatic Identification Systems (AIS) Reports: Αφορά στις πληροφορίες που αποστέλλονται αυτόματα από τα πλοία μέσω των αντίστοιχων συσκευών και ακολούθως μέσω της παράκτιας υποδομής AIS αποθηκεύονται σε αντίστοιχες βάσεις δεδομένων.
- Alert Messages: Μέσω των μηνυμάτων της κατηγορίας αυτή ανταλλάσσονται πληροφορίες που διαθέτουν οι Αρμόδιες Αρχές των Κ-Μ αναφορικά με:
  - α) πλοία τα οποία σύμφωνα με την Κ.Ο. 2002/59 που θεωρούνται ότι παρουσιάζουν δυνητικό κίνδυνο για τη ναυσιπλοΐα ή ότι συνιστούν απειλή για την ασφάλεια στη θάλασσα, την ασφάλεια των προσώπων, ή το περιβάλλον.
  - β) για τα θαλάσσια συμβάντα και ατυχήματα όπως καθορίζονται στην Κ.Ο. 2002/59.
  - γ) για τα αποτελέσματα επιθεωρήσεων, ή εξακριβώσεων που έγιναν είτε με πρωτοβουλία των Κ-Μ, είτε κατ' αίτηση άλλου Κ-Μ.
- Waste Reports: Αφορά στις πληροφορίες που περιλαμβάνονται στις αναφορές των πλοίων σχετικά με τύπους και ποσότητες αποβλήτων και καταλοίπων προς παράδοση, ή και προς παραμονή επί του πλοίου και εκατοστιαίο ποσοστό της μεγίστης ικανότητας αποθήκευσής, ως προβλέπεται από την Κ.Ο. 2000/59 και ενσωματώθηκε στην εθνική νομοθεσία με την ΚΥΑ 3418/07/2002 ΦΕΚ Β



712/11.06. 2002), όπως τροποποιήθηκε με την Κ.Ο. 2007/71 με την αναμενόμενη ενσωμάτωσή της στο εθνικό μας δίκαιο με ΚΥΑ που έχει ήδη προωθηθεί.

- Security Reports: Σύμφωνα με το άρθρο (11), παράγραφοι (1) και (2) του Νόμου 3622/2007 (ΦΕΚ 281 Α) και τα άρθρα (6) και (7) του Κανονισμού (ΕΚ) 725/2004, όταν ένα πλοίο, που υπάγεται στο πεδίο εφαρμογής τους, σχετ. άρθρο 3 του Ν.3622/07 και άρθρο 3 του Κανονισμού (ΕΚ) 725/04), σκοπεύει να εισέλθει σε λιμένα της επικράτειας, απαιτείται προηγουμένως ο πλοίαρχος του να υποβάλλει στην τοπική Λιμενική Αρχή τις πληροφορίες που προβλέπονται στο κανόνα (9), παράγραφος (2) του Κεφαλαίου XI-2 της , Σ. SOLAS. Λαμβάνοντας υπόψη ότι οι δύο τελευταίες κατηγορίες αναφορών (Waste & Security) δεν περιλαμβάνονται στην Κ.Ο. 2002/59, η ανταλλαγή τους με τα υπόλοιπα Κ-Μ (μέσω του SafeSeaNet δεν είναι υποχρεωτική) [69].

## **7.2 Συμπεράσματα**

Η συστηματική ανάπτυξη της Τηλεϊατρικής αποτελεί μια συνεχή πρόκληση, στην οποία θα πρέπει να δίνεται απάντηση με γνώση, σύγχρονο σχεδιασμό και προγραμματισμένες δράσεις. Ο σύγχρονος αυτός σχεδιασμός είναι ευθύνη και υποχρέωση όλων των φορέων που λειτουργούν στο χώρο της ιατρικής και της τεχνολογίας, των οποίων η εμπειρία και οι προτάσεις θα αποτελέσουν τα θεμέλια των αλλαγών που πρέπει να γίνουν.

Επιπλέον, είναι ευθύνη και υποχρέωση οι φορείς παροχής υπηρεσιών υγείας, να συνεργαστούν αποδοτικά συνεισφέροντας στην ευρεία εφαρμογή αποτελεσματικών και αποδοτικών τηλεϊατρικών δικτύων στον Ελλαδικό χώρο, ώστε να είναι εύκολη η αξιοποίησή τους στην ελληνική ναυσιπλοΐα, προκειμένου να βελτιωθεί η πρωτοβάθμια παροχή φροντίδας στη θάλασσα τόσο για τους εργαζόμενους όσο και για τους επιβαίνοντες [58].

## **7.3 Βελτίωση της υπάρχουσας κατάστασης στο χώρο της τηλεϊατρικής**

Η χώρα μας βρίσκεται ακόμα πολύ μακριά από τα συστήματα ηλεκτρονικών μηνυμάτων, την ηλεκτρονική συνταγογράφηση, την τηλεϊατρική, τη τηλεπίσκεψη, τη τηλεπερίθαλψη και τη τηλεδιάγνωση. Ωστόσο σημαντικό βήμα ανάπτυξης αποτελεί η πρόταση Νόμου για την δημιουργία Εθνικού Συστήματος Πληροφοριών Υγείας (Ε.Σ.Π.Υ.), που έχει σαν

στόχο την βελτίωση της παροχής υγείας μέσω της προτυποποίησης, αναζήτησης και αξιοποίησης της πληροφορίας καθώς και τη θεσμοθέτηση του ανοικτού Φόρουμ Υγείας, ως βασικό μηχανισμό μελέτης, ανάπτυξης και διαβούλευσης [70].

Παρόλο που ένα σύστημα τηλεϊατρικής εισάγει νέα δεδομένα, νέες τεχνολογίες και άγνωστες συνθήκες εργασίας στους επαγγελματίες υγείας, συγχρόνως αλλάζει τις κλινικές διαδικασίες και αυξάνει το φόρτο εργασίας στα πρώτα στάδια υλοποίησής του. Όλα αυτά είναι πιθανόν να εγείρουν αντιδράσεις από το προσωπικό που δεν είναι δεκτικό σε μεγάλες αλλαγές. Το αυξημένο κόστος της αρχικής εγκατάστασης των συστημάτων τηλεϊατρικής και της εκπαίδευσης του προσωπικού, αλλά και οι απαραίτητες οργανωτικές αλλαγές που προκύπτουν αυξάνουν το βαθμό δυσκολίας.

Η επέκταση των υπηρεσιών Τηλεϊατρικής σε όλες τις ιατρικές μονάδες πρωτοβάθμιας, δευτεροβάθμιας και τριτοβάθμιας φροντίδας υγείας, απαιτεί την εκπαίδευση μεγάλου αριθμού στελεχών διαφόρων ειδικοτήτων για εύκολο χρονικό διάστημα, που σημαίνει ότι οι επαγγελματίες υγείας είναι σε θέση να απέχουν των καθηκόντων τους καιρό.

Παρόλα αυτά, η τηλεϊατρική μπορεί να προσφέρει πολλαπλάσια οφέλη ελαττώνοντας το κόστος της φροντίδας υγείας χωρίς την επιβάρυνση της ποιότητας, και παράλληλα παρέχει ιατρικές υπηρεσίες υψηλής ποιότητας σε υποβαθμισμένες περιοχές αναβαθμίζοντας τις ιατρικές υπηρεσίες σε τοπικό επίπεδο. Επιπλέον, υποστηρίζει τη συνεργασία των επαγγελματιών υγείας όλων των βαθμίδων και τους εκπαιδεύει.

Η μελλοντική παροχή της φροντίδας υγείας μπορεί να βασιστεί σε συστήματα τηλεϊατρικής σαν ένα νέο μεγάλο οργανισμό που συνδυάζει κλινικές, νοσοκομεία, ιατρεία ή ακόμα και σπίτια και χώρους εργασίας. Σε αυτό το πλαίσιο, διοικητές, διαχειριστές, επαγγελματίες υγείας, ασθενείς, ερευνητές και άλλοι εργαζόμενοι θα διασυνδέονται σε ένα αποκεντρωμένο και συνεργατικό οργανισμό, όπου η τεχνολογία θα παίζει τον πρωταρχικό ρόλο στην υλοποίηση και ορθή λειτουργία του μοντέλου [41].

## **Βιβλιογραφία**

- [1] Καλογρίδης Σ., “ Τηλεφροντίδα μέσω έξυπνων συσκευών. Μια νέα οπτική γωνία της κατ’οίκον νοσηλείας” ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΕΜΠ, ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ, ΤΟΜΕΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΛΙΚΩΝ., 2010.
- [2] Τσακάλη Ε. (2008), “Υπολογισμός καρδιακού ρυθμού με ψηφιακή επεξεργασία βίντεο στο υπέρυθρο φάσμα”, Διπλωματική Εργασία.
- [3][http://www.teecto.com/docs/Documents/20111004\\_Telemetry\\_General\\_Brochure.pdf](http://www.teecto.com/docs/Documents/20111004_Telemetry_General_Brochure.pdf).
- [4]<http://electronicdesign.com/article/components/a-brief-history-of-telemedicine12859.aspx>.
- [5] <http://users.forthnet.gr/ath/giovas/telemed/>.
- [6] <http://www.sismanoglio.gr/special9.sismanoglio.gr>
- [7] Telemedicine for Trauma, Emergencies, and Disaster Management Rifat Latifi.
- [8] Καρδάσης Ν., “Οικονομοτεχνική ανάλυση για την εγκατάσταση τηλεϊατρικών συστημάτων για επείγοντα περιστατικά σε απομακρυσμένες περιοχές.” ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΕΜΠ, ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ, ΤΟΜΕΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΛΙΚΩΝ., 2010.
- [9][http://sun025.sun.ac.za/portal/page/portal/Health\\_Sciences/English/Departments/Medical\\_Imaging\\_and\\_Clinical\\_Oncology/Radiodiagnosis/PACS/Articles/Teleradiology%20Part%20I.%20History%20and%20Clinical%20Applications.pdf](http://sun025.sun.ac.za/portal/page/portal/Health_Sciences/English/Departments/Medical_Imaging_and_Clinical_Oncology/Radiodiagnosis/PACS/Articles/Teleradiology%20Part%20I.%20History%20and%20Clinical%20Applications.pdf)
- [10] <http://en.wikipedia.org/wiki/Teleradiology>.

[11]<http://www.techmed.teicrete.gr/cd%20pse/%CE%BA%CE%B5%CF%861%20%CE%A4%CE%97%CE%9B%CE%95%CE%A0%CE%91%CE%98%CE%9F%CE%9B%CE%9F%CE%93%CE%99%CE%91.htm>

[12][http://www.techmed.teicrete.gr/cd%20pse/%CE%BA%CE%B5%CF%86\\_1%20%CE%A4%CE%97%CE%9B%CE%95%CE%9A%CE%91%CE%A1%CE%94%CE%9F%CE%9B%CE%9F%CE%93%CE%99%CE%91.htm](http://www.techmed.teicrete.gr/cd%20pse/%CE%BA%CE%B5%CF%86_1%20%CE%A4%CE%97%CE%9B%CE%95%CE%9A%CE%91%CE%A1%CE%94%CE%9F%CE%9B%CE%9F%CE%93%CE%99%CE%91.htm).

[13] [http://en.wikipedia.org/wiki/Remote\\_surgery](http://en.wikipedia.org/wiki/Remote_surgery).

[14] <http://www.hoise.com/vmw/01/articles/vmw/LV-VM-10-01-20.html>.

[15] [http://www.oncologyex.com/gif/archive/2008/vol7\\_no1/7\\_discourse\\_1.pdf](http://www.oncologyex.com/gif/archive/2008/vol7_no1/7_discourse_1.pdf) +

[16][http://www.thelancet.com/journals/lanonc/article/PIIS1470-2045\(09\)70288-8/abstract](http://www.thelancet.com/journals/lanonc/article/PIIS1470-2045(09)70288-8/abstract).

[17][http://www.european-hospital.com/en/article/5257-Tele-oncology\\_proves\\_successful\\_in\\_Canada.html](http://www.european-hospital.com/en/article/5257-Tele-oncology_proves_successful_in_Canada.html).

[18] <http://www.afip.org/consultation/vetpath/ferrets/PDF/telecytology.pdf>.

[19] <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12645336>.

[20]<http://www.techmed.teicrete.gr/cd%20pse/%CE%BA%CE%B5%CF%861%20%CE%A4%CE%97%CE%9B%CE%95%CE%9F%CE%A6%CE%98%CE%91%CE%9B%CE%9C%CE%9F%CE%9B%CE%9F%CE%93%CE%99%CE%91.htm>.

[21]<http://bloodjournal.hematologylibrary.org/content/103/2/486.short>

[22][http://www.charilaoulab.com/userfiles/Hematology%20Coagulation\\_greek.pdf](http://www.charilaoulab.com/userfiles/Hematology%20Coagulation_greek.pdf).

[23] [http%3A%2F%2Fclinicore.blogspot.com%2F2009%2F12%2Ftelemedicine-for-orthopedics.html&anno=2](http://3A%2F%2Fclinicore.blogspot.com%2F2009%2F12%2Ftelemedicine-for-orthopedics.html&anno=2).

[24] [http://www.it.uom.gr/project/MultimediaTechnologyNotes/chap3a\\_11.htm](http://www.it.uom.gr/project/MultimediaTechnologyNotes/chap3a_11.htm).

[25] <http://en.wikipedia.org/wiki/Telemedicine>.

[26] Γκολφινόπουλος Σπ., Καραβάς Ν., “Μετάδοση πληροφορίας με εφαρμογές στην τηλεϊατρική και τηλεεκπαίδευσης μέσω πολιτικών και στρατιωτικών δικτύων επικοινωνιών” ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΕΜΠ, ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ, ΤΟΜΕΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΛΙΚΩΝ., ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2007.

[27] Κουτσουλάκου Μ., “Οι Δομές Τηλεϊατρικής στην Ελλάδα και η επάρκεια τους απέναντι στις ανάγκες με χρόνιες παθήσεις.” ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ ΤΜΗΜΑ ΙΑΤΡΙΚΗΣ ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ “ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΖΩΗΣ”.

[28] Silber D., “ The case FOR ehealth”, European Commission’s first high–level conference on eHealth, 22/23 May 2003.

[29] <http://www.sesam-vitale.fr>.

[30] [http://ec.europa.eu/health-eu/care\\_for\\_me/e-health/index\\_el.htm](http://ec.europa.eu/health-eu/care_for_me/e-health/index_el.htm).

[31] <http://egnatia.ee.auth.gr/~aalexioy/telematique.htm>.

[32] Τσινάκος Α.,” ΤΗΛΕΜΑΤΙΚΗ ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΚΑΙ ΕΝΝΟΙΕΣ” ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ, ΤΕΙ ΚΑΒΑΛΑΣ.

[33] Ζερβάκη Β., "Η ΤΗΛΕΙΑΤΡΙΚΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ", Πρόγραμμα Σπουδών Επιλογής, Τεχνολογία Ιατρικών Συστημάτων, ΤΕΙ ΚΡΗΤΗΣ, 2005.

[34] Μιχαηλίδου Α., " Architecture and Management for Tele-Health Care Networking ", εργασία για το μάθημα Τεχνολογίες Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Μακεδονίας ΔΠΜΣ στα Πληροφοριακά Συστήματα, 1999.

[35] Anderson J.G., " Security of the distributed electronic patient-record: a case-based approach to identify policy issues", International Journal of Medical Informatics, pp: 111-118.

[36] Kleinke J.D., " Release 0.0: Clinical information technology in the real world ", Journal of Health Affairs, Vol (17), pp:23-28.

[37] Anderson J.G., "Clearing the way for physician use of clinical information systems", Communication of the ACM, Vol (40), pp:83-90, 1998.

[38] Τσαπατσούλης Ν., Σημειώσεις μαθήματος Δίκτυα Υπολογιστών, Πανεπιστημίου Κύπρου, Τμήμα Πληροφορικής.

[39] Παπακώστας Α., " ΑΡΧΕΣ ΤΗΛΕΙΑΤΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΗΝ ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΙΑΤΡΙΚΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗ " ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΤΕΙ ΚΡΗΤΗΣ , ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ, 2010.

[40] Καραμάνης Κ., "Διαδικασίες αποκρατικοποίησης και ιδιοκτησιακής και διοικητικής αναδιοργάνωσης στον τομέα των τηλεπικοινωνιών στην Ελλάδα. Επιπτώσεις στη δομή αγοράς, στην τιμολόγηση και στην απασχόληση των επιχειρήσεων ", ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ, ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ ΤΜΗΜΑ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ, 2008.

[41] Παπακώστας Α., ”ΑΡΧΕΣ ΤΗΛΕΪΑΤΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΣΤΗΝ ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΙΑΤΡΙΚΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗ ”, ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΤΕΙ ΚΡΗΤΗΣ ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ, 2010.

[42] Saunders W.B. Company., “ Manual of nursing care”, Editor Joan Luckmann, MA, RN, Seattle, Washington 1997.

[43] Γιαννουλάτου Π., “ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΗΣ ΠΟΛΥΜΕΣΙΚΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΙΑΤΡΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΓΙΑ ΕΝΑ ΚΕΝΤΡΟ ΥΓΕΙΑΣ ΜΕ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΑΝΟΙΚΤΟΥ ΠΗΓΑΙΟΥ ΚΩΔΙΚΑ”, ΣΤΕΦ, ΤΜΗΜΑ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΠΟΛΥΜΕΣΩΝ, ΤΕΙ ΚΡΗΤΗΣ, 2012.

[44] ΤΗΛΕΪΑΤΡΙΚΗ, Εργαστήριο Τηλεϊατρικής και Ιατρικής Πληροφορικής, ΤΕΙ Κρήτης, 2001. <http://www.techmed.teiher.gr/defaultPse.htm>.

[45][http://www.enthesis.net/index.php?option=com\\_content&view=section&layout=blog&id=4&Itemid=4](http://www.enthesis.net/index.php?option=com_content&view=section&layout=blog&id=4&Itemid=4).

[46] Pattichis C.S .,Kyriacou E., Voskarides S., Pattichis M.S., Istepanian R., Schizas G.N., “ Wireless Telemedicine Systems”, An overview , IEEE Antenna and Propagation magazine, Vol 44, No.2, pp:143-153, 2002.

[47] Vu Ngoic T., “ Applications of Wireless Networks”, A survey paper written under guidance of prof.Raj Jain, 2008.

[48] Norris A.C., “ Essentials of Telemedicine and Telecare”, Wiley, 2002.

[49] Περδικούρης Μ., Γιόβας Π, Παπαγογιάννης και Συνεργάτες., “Τηλεϊατρική στη Πράξη”, Εκδόσεις Εν πλω, Αθήνα 2005.

[50] <http://www.msobiz.com/site/SleepApnea/Vivo/>

[51] <http://www.pdacortex.com/Vivo Metrics.htm>

[52] Ψυχάρη Χ., “Προς το αύριο”, Το βήμα , 20-08-2005.

[53] <http://www.vivometrics.com/>

[54] Παπαδήμα Ε., “ Πειραματική αξιολόγηση μηχανισμού ανάκτησης ρυθμού συμβόλου για δορυφορικούς δέκτες “, ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΤΜΗΜΑ ΗΜΜΥ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ, ΜΑΡΤΙΟΣ 2011.

[55] Λύτρα Ι., “ ΟΙ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΕΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΣΤΗΝ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΤΗΣ ΤΗΛΕΙΑΤΡΙΚΗΣ “, ΕΜΠ, ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ , ΤΟΜΕΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΛΙΚΩΝ, Ιούλιος 2006.

[56] Μακρή Χ., “Μελέτη Συνύπαρξης Ασύρματων Δικτύων Αισθητήρων και Δικτύων Wi-Fi σε Πραγματικό Περιβάλλον”, ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ, ΕΜΠ, ΣΧΟΛΗ ΗΜΜΥ, ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΛΙΚΩΝ, Ιούλιος 2011.

[57] Σημειώσεις μεταπτυχιακού μαθήματος “ Τεχνολογία Δικτύων “, Πανεπιστημίου Μακεδονίας, 2011.

[58] Λαζακίδου Α.Α., Σιασιάκος Κ.Μ., “ Ηλεκτρονικά Συστήματα Υγείας και Εφαρμογές Τηλεϊατρικής στη Ναυσιπλοΐα “., Ναυσίβιος Χώρα, Περιοδική Έκδοση Ναυτικών Επιστημών, Τεύχος 2/2008.

[59] [http://perialos.blogspot.gr/2012/05/blog-post\\_05.html](http://perialos.blogspot.gr/2012/05/blog-post_05.html).

[60] Μπουράνης Μ., “Υπηρεσίες τηλεϊατρικής στα πλοία”, Άρθρο στην Ηλεκτρονική Εφημερίδα ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΖΩΝΗ, Αρ.φύλλου 820, 09/05/2012, <http://www.elzoni.gr/html/ent/777/ent.21777.asp>.

[61] <http://www.atkosoft.com/Projects/nivemes.htm>. (NIVEMES PROJECT)



[62] Anogianakis. G., Maglavera S., Pomportsis A., Bountzioukas S., Beltrame F., Orsi G, ‘‘Medical emergency aid through telematics: design, implementation guidelines and analysis of user requirements for the MERMAID project’’, International Journal of Medical Informatics, Volume 52, Issue 1-3, pp. 93-103, 1998.

[63] European Space Agency (ESA), ‘‘ Telemedicine via Satellite Services’’, National Centre of Telemedicine , Tromsø, Norway, Contract Number, NCT:G00879, 1999, [http://www2.telemed.no/publikasjoner/nedlastbare/total\\_final\\_report.pdf](http://www2.telemed.no/publikasjoner/nedlastbare/total_final_report.pdf).

[64] Grasczew G., Roelofs T.A., Rokowski S., Schlag P.M., ‘‘ GALENOS as Interactive telemedical networks via satellite,’’ Optical Networks Design and Management, XiaoMin R., Auyama editors, Proceedings of SPIE, Vol.4584, APOC 2001, Beijing China, 2001.

[65] Grasczew G., Roelofs T.A., Rokowski S., Schlag P.M., ‘‘Real-time Interactive Telemedicine for Ubiquitous Healthcare: Networks, Services and Scenarios’’, [http://cdn.intechopen.com/pdfs/14284/InTech-Real\\_time\\_interactive\\_telemedicine\\_for\\_ubiquitous\\_healthcare\\_networks\\_services\\_and\\_scenarios.pdf](http://cdn.intechopen.com/pdfs/14284/InTech-Real_time_interactive_telemedicine_for_ubiquitous_healthcare_networks_services_and_scenarios.pdf).

[66] [http://www.protonlabs.eu/products\\_seagull.html](http://www.protonlabs.eu/products_seagull.html).

[67] Παλλίκαρης Α.Η., Κατσούλης Γ.Θ., ‘‘ Ιστορική εξέλιξη και προοπτικές της ηλεκτρονικής ναυτιλίας,’’ ΝΑΥΣΙΒΙΟΣ ΧΩΡΑ, Περιοδική έκδοση της Ναυτικής Επιστήμης . Τεύχος 2/2008.

[68] <http://www.metrogreece.gr/ArticleDetails/tabid/82/ArticleID/74312/Default.aspx>.

[69] [http://www.gge.gr/up/files/TP\\_LS\\_KEpix\\_4360511.pdf](http://www.gge.gr/up/files/TP_LS_KEpix_4360511.pdf).

[70] Μούρτου Ε.Χ., ‘‘Ο ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΣ ΙΑΤΡΙΚΟΣ ΦΑΚΕΛΟΣ ΣΤΑ ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΔΗΜΟΣΙΑ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑ ‘‘Επιθεώρηση Υγείας, Τόμος 17, Τεύχος 101, Ιούλιος-Αύγουστος 2006, [http://www.agandreashosp.gr/depts/Hlektronikos\\_Fakelos.pdf](http://www.agandreashosp.gr/depts/Hlektronikos_Fakelos.pdf).