

Πανεπιστήμιο

Αιγαίου

ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΩΝ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΚΩΝ  
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

**ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ  
ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗΣ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΛΟΓΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Διαμαντάτος Παρασκευάς

Επιβλέπων: Μπούκας Λάμπρος

Λέκκας Δημήτρης

Καρλόβασι 2011



Πανεπιστήμιο Αιγαίου

ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΩΝ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΚΩΝ

ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

**ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ  
ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗΣ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΛΟΓΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Διαμαντάτος Παρασκευάς

Επιβλέπων: Μπούκας Λάμπρος

Λέκκας Δημήτρης

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 23<sup>η</sup> Ιουνίου 2011.

*(Υπογραφή)*

.....

Μπούκας Λάμπρος

*(Υπογραφή)*

.....

Λέκκας Δημήτρης

*(Υπογραφή)*

.....

Τσόκαρος Αντώνιος

Σάμος, Ιούνιος 2011

*(Υπογραφή)*

.....

**Διαμαντάτος Παρασκευάς**

Διπλωματούχος Μηχανικός Πληροφοριακών και Επικοινωνιακών Συστημάτων

© 2011

Τμήμα Μηχανικών Πληροφοριακών και Επικοινωνιακών Συστημάτων  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στόχος αυτής της διπλωματικής είναι η ανάπτυξη συστήματος το οποίο θα είναι υπεύθυνο για την αποθήκευση και επεξεργασία δεδομένων από ασύρματα συστήματα μετάδοσης δεδομένων με οπτικές ζεύξεις (laser) και από μετεωρολογικούς σταθμούς τα οποία είναι εγκατεστημένα στην ευρύτερη περιοχή του Καρλοβασίου. Με την χρήση των δεδομένων της έντασης εκπομπής RX των οπτικών ζεύξεων είναι δυνατόν να παραχθούν ακριβή βροχομετρικά δεδομένα έντασης της βροχής.

Στην σημερινή εποχή, η ανάγκη για ακριβή μετεωρολογικά δεδομένα, και ειδικότερα ακριβή δεδομένα βροχόπτωσης, είναι κρίσιμα σε ένα εύρος εφαρμογών που σχετίζονται τόσο με το περιβάλλον, τη διαχείριση υδατικών πόρων όσο με μελέτες και κατασκευές υποδομών (δρόμοι, γέφυρες, αντιπλημμυρικά έργα κ.α.) .

Τα συστήματα που υπάρχουν σήμερα, και μεν παρουσιάζουν ακριβή δεδομένα βροχόπτωσης για μία συγκεκριμένη περιοχή, στην οποία βρίσκετε εγκατεστημένος κάποιος μετεωρολογικός σταθμός, αλλά αδυνατούν να παρουσιάσουν ακριβή δεδομένα ακόμα και για την ευρύτερη περιοχή στην οποία είναι εγκατεστημένος ο μετεωρολογικός σταθμός.

Στο σύστημα που αναπτύξαμε ο τελικός Χρήστης, χρησιμοποιώντας κατάλληλα υποσυστήματα, έχει την δυνατότητα γραφικής δυναμικής αναπαράστασης των δεδομένων που συλλέγονται, δυνατότητα μεταφόρτωσης δεδομένων, καθώς επίσης ειδική διεπαφή για εύκολη αναζήτηση περιβαλλοντολογικών γεγονότων. Κάνοντας έτσι το πρώτο βήμα, για πιο ακριβή δεδομένα βροχόπτωσης στην ευρύτερη περιοχή του Καρλοβασίου



## **ABSTRACT**

The purpose of this Thesis is the development of an information system that monitors and records weather information data produced by the local weather station in Karlovassi town and also monitors and records the performance of operational Free Space Optic Laser Links , also located in Karlovassi town, in order to exploit the environmental information hidden in the attenuation caused by the changing weather conditions. As shown in the preliminary results it is possible to produce real-time rainfall intensity information using the RX transmission power of laser links.

The system also includes subsystems that allows the user to generate dynamic graphs from the recorded data, download data, and a subsystem for easy tracking of rain weather events.

UNIVERSITY OF THE AEGEAN



## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τους επιβλέπων καθηγητές αυτής της διπλωματικής εργασίας Κ. Μπούκα Λάμπρο, και Κ. Λέκκα Δημήτρη για την υπομονή, την στήριξη, την καθοδήγηση και την βοήθεια που μου παρείχαν καθόλη την διάρκεια εκπόνησης της διπλωματικής μου. Θα ήθελα να ευχαριστήσω επίσης τους γονείς μου για την διαρκή τους υποστήριξη όλα αυτά τα χρόνια. Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τους φίλους μου και τους συναδέλφους μου, για τα όμορφα φοιτητικά χρόνια που περάσαμε.

Σάμος, Ιούνιος 2011

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 - ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....</u>	<u>17</u>
<u>1.1 Αντικείμενο της Εργασίας.....</u>	<u>17</u>
<u>1.2 Διάρθρωση της Εργασίας.....</u>	<u>17</u>
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 - Υπάρχοντα Μετεωρολογικά Συστήματα.....</u>	<u>18</u>
<u>2.1 Συλλογή στοιχείων Βροχόπτωσης.....</u>	<u>18</u>
<u>2.1.1 Υπηρεσίες συλλογής στοιχείων στον ελληνικό χώρο.....</u>	<u>19</u>
<u>2.2 Δίκτυο Μετεωρολογικών Σταθμών.....</u>	<u>19</u>
<u>2.3 Μετεωρολογικά ραντάρ.....</u>	<u>19</u>
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 - Οπτικές ζεύξεις και ατμοσφαιρικά φαινόμενα.....</u>	<u>20</u>
<u>3.1 Περιγραφή.....</u>	<u>20</u>
<u>3.2 Οπτική ζεύξη.....</u>	<u>21</u>
<u>3.2.1 Εφαρμογές οπτικών ζεύξεων.....</u>	<u>22</u>
<u>3.2.2 Προϋποθέσεις για την εγκατάσταση οπτικής ζεύξης.....</u>	<u>23</u>
<u>3.2.3 Δίκτυα με Laser.....</u>	<u>24</u>
<u>3.3 Περιβαλλοντικοί παράγοντες που επηρεάζουν τις οπτικές επικοινωνίες.....</u>	<u>24</u>
<u>3.3.1 Η Ατμόσφαιρα.....</u>	<u>25</u>
<u>3.3.2 Η βροχή.....</u>	<u>26</u>
<u>3.4 Laser.....</u>	<u>26</u>
<u>3.4.1 Ορισμός και μια σύντομη αναδρομή.....</u>	<u>27</u>
<u>3.4.2 Βασικές αρχές λειτουργίας.....</u>	<u>27</u>
<u>3.4.3 Κατηγορίες Laser.....</u>	<u>30</u>
<u>3.4.4 Ιδιότητες ακτινοβολίας Laser.....</u>	<u>31</u>
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 - Πληροφορίες συστήματος και δεδομένων.....</u>	<u>34</u>
<u>4.1 Οπτικές ζεύξεις SONAbeam.....</u>	<u>34</u>
<u>4.1.1 Λογισμικό τελικού ελέγχου.....</u>	<u>34</u>
<u>4.1.2 Σύνδεση του SONAbeam με τον υπολογιστή.....</u>	<u>34</u>
<u>4.1.3 Τροφοδοσία του SONAbeam.....</u>	<u>35</u>
<u>4.2 Χαρακτηριστικά γνωρίσματα του προγράμματος STC.....</u>	<u>36</u>
<u>4.2.1 Συνδέοντας το STC σε ένα τερματικό SONAbeam.....</u>	<u>36</u>
<u>4.2.2 Διαμόρφωση του καταλόγου με τα τερματικά.....</u>	<u>37</u>
<u>4.2.3 Πληροφορίες και κατάσταση του τερματικού.....</u>	<u>37</u>

4.3Πρόσβαση στα αρχεία ημερολογίου .....	39
4.3.1Μεταφόρτωση των αρχείων ημερολογίου του τερματικού.....	39
4.4Μετεωρολογικός σταθμός.....	40
4.5Τοπολογία Οπτικών ζεύξεων και μετεωρολογικού σταθμού.....	40
4.6Τύποι δεδομένων.....	42
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 - Τεχνολογίες που χρησιμοποιήθηκαν.....	44
5.1Linux.....	44
5.2Shell Script.....	45
5.3Εξυπηρετητής του παγκόσμιου ιστού.....	45
5.4Η γλώσσα προγραμματισμού PHP.....	46
5.5Σχεσιακή Βάση Δεδομένων.....	48
5.6Γραφήματα.....	49
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 - Ανάπτυξη Συστήματος.....	50
6.1Αρχιτεκτονική του συστήματος.....	50
6.2Σχεσιακή Βάση Δεδομένων.....	51
6.2.1Βάσεις Δεδομένων.....	51
6.2.2Πίνακες Δεδομένων.....	52
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 - Υποσυστήματα Συστήματος.....	54
7.1Υποσύστημα Εισαγωγής Δεδομένων.....	54
7.1.1Μεταφόρτωση Δεδομένων οπτικών ζεύξεων.....	54
7.1.2Μεταφόρτωση δεδομένων μετεωρολογικών σταθμών.....	54
7.1.3Ανάλυση και Μορφοποίηση Δεδομένων.....	55
7.2Υποσύστημα Επεξεργασίας Δεδομένων.....	55
7.3Υποσύστημα Εξαγωγής Δεδομένων.....	55
7.3.1Εξαγωγή Δεδομένων οπτικών ζεύξεων.....	55
7.3.2 Εξαγωγή Δεδομένων μετεωρολογικών σταθμών.....	55
7.4Υποσύστημα Αυτόματων ειδοποιήσεων.....	55
7.4.1Έλεγχος ημερολογιακών εγγραφών.....	56
7.4.2Αποστολή email.....	56
7.5Υποσύστημα Αντιγράφων Ασφαλείας.....	56
7.6Υποσύστημα Διεπαφής χρήστη.....	56
7.6.1Αρχική σελίδα.....	56
7.6.2Είσοδος χρήστη.....	57
7.6.3Admin Panel.....	57

<u>7.6.4</u> Graphs.....	<u>58</u>
<u>7.6.5</u> Μεταφόρτωση Δεδομένων.....	<u>59</u>
<u>7.7</u> Μελλοντικές δυνατότητες .....	<u>59</u>

# ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

**Πίνακας 3.1:** Μείωση στην ισχύ σήματος RX των οπτικών ζεύξεων ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

**Πίνακας 4.1:** Πληροφορίες σχετικά με την γεωγραφική θέση και ονομασία της κάθε οπτικής κεφαλής .

**Πίνακας 4.2:** Τεχνικά χαρακτηριστικά των πομποδεκτών και η ρυθμιζόμενη στάθμη ισχύος.

**Πίνακας 4.3:** Κατηγορίες δεδομένων οπτικών ζεύξεων και οι ιδιότητες τους.

**Πίνακας 4.4:** Κατηγορίες δεδομένων μετεωρολογικού σταθμού και οι ιδιότητες τους.

# ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

**Σχήμα 2.1:** Μερικές από τις πιο κοινές επιστροφές σε ένα ραντάρ καιρού που αποτελούν ψευδή ηχώ ή μερικά στοιχεία.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

**Σχήμα 3.1:** Ατμοσφαιρικά φαινόμενα που προκαλούν βλάβες στα συστήματα FSO.

**Σχήμα 3.2:** Οπτικές ζεύξεις με χρήση laser λόγω διαφόρων δυσκολιών.

**Σχήμα 3.3:** Άνοιγμα δέσμης και πεδίο παρατήρησης του δέκτη ενός συστήματος ασύρματης οπτικής επικοινωνίας.

**Σχήμα 3.4:** Άνοιγμα δέσμης σε περίπτωση εμποδίων ανάμεσα στις οπτικές ζεύξεις.

**Σχήμα 3.5:** Εφαρμογή ενός δικτύου με Laser σε στρατιωτική βάση.

**Σχήμα 3.6:** Εφαρμογή ενός δικτύου με Laser σε σήραγγες, υπόγειες διαβάσεις και εμπορικούς χώρους.

**Σχήμα 3.7:** Εφαρμογή ενός δικτύου με laser σε συνδυασμό άλλων δικτύων για την διασύνδεση μίας πόλης.

**Σχήμα 3.8:** Σχηματική αναπαράσταση των περιβαλλοντολογικών παραγόντων που επηρεάζουν την λειτουργία των δικτύων laser.

**Σχήμα 3.9:** Αναπαράσταση του κύκλου του νερού.

**Σχήμα 3.10:** Σύστημα δύο ενεργειακών επιπέδων.

**Σχήμα 3.11:** Αυθόρμητη εκπομπή

**Σχήμα 3.12:** Εξαναγκασμένη εκπομπή.

**Σχήμα 3.13:** Πολυχρωματικό αντηχείο(άνω) και μονοχρωματικό αντηχείο (κάτω).

**Σχήμα 3.14:** Διάφορα είδη πολυχρωματικών αντηχείων.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4**

**Σχήμα 4.1:** Σύνδεση με υπολογιστή για ρύθμιση παραμέτρων μέσω κατάλληλου λογισμικού.

**Σχήμα 4.2:** Διακόπτης για τροφοδοσία ρεύματος (αριστερά), λογισμικό τελικών ρυθμίσεων (δεξιά).

**Σχήμα 4.3:** Εμφάνιση των παραθύρων με την λίστα των τερματικών.

**Σχήμα 4.4:** Διάγραμμα δύναμης Rx.

**Σχήμα 4.5:** Ανάκτηση των αρχείων του ημερολογίου του τερματικού SONAbeam.

**Σχήμα 4.6:** Εμφάνιση προόδου μεταφόρτωσης αρχείου.

**Σχήμα 4.7:** Χαρακτηριστικοί φάκελοι STC logs.

**Σχήμα 4.8:** Οδηγός σύνδεσης κονσόλας του μετεωρολογικού σταθμού διαμέσου usb θύρας με υπολογιστή.

**Σχήμα 4.9:** Στιγμιότυπο εκτέλεσης του προγράμματος Weather Link.

**Σχήμα 4.10:** Γεωγραφική απεικόνιση των πομποδεκτών που έχουν εγκατασταθεί στο Καρλόβασι Σάμου, και του μετεωρολογικού σταθμού.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5**

**Σχήμα 5.1:** Στιγμιότυπο εκτέλεσης του λειτουργικού συστήματος Suse Linux.

**Σχήμα 5.2:** Γράφημα gnuplot που απεικονίζει την ένταση RX οπτικής ζεύξης.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

**Σχήμα 6.1:** Βάση δεδομένων οπτικών ζεύξεων.

**Σχήμα 6.2:** Βάση δεδομένων μετεωρολογικών σταθμών.

**Σχήμα 6.3:** Βάση δεδομένων χρηστών και ειδοποιήσεων.

**Σχήμα 6.4:** Ο πίνακας της οπτικής ζεύξης link 7.

**Σχήμα 6.5:** Ο πίνακας πληροφορίας index laser.

**Σχήμα 6.6:** Ο πίνακας μετεωρολογικού σταθμού Καρλοβασίου.

**Σχήμα 6.7:** Ο πίνακας πληροφορίας index meteo.

**Σχήμα 6.8:** Ο πίνακας διευθύνσεων ηλεκτρονικού ταχυδρομείου email.

**Σχήμα 6.9:** Ο πίνακας χρηστών members.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

**Σχήμα 7.1:** Διαδρομή αρχείων ημερολογιακών εγγραφών από τις οπτικές ζεύξεις στο τοπικό σύστημα αρχείων.

**Σχήμα 7.2:** Διαδρομή ημερολογιακών εγγραφών από την ιστοσελίδα του μετεωρολογικού σταθμού, στο τοπικό σύστημα αρχείων.

**Σχήμα 7.3:** Η αρχική σελίδα του συστήματος.



**Σχήμα 7.4:** Η διεπαφή εισόδου χρήστη στο σύστημα.

**Σχήμα 7.5:** Η διεπαφή εξόδου του χρήστη από το σύστημα.

**Σχήμα 7.6:** Η διεπαφή του διαχειριστή συστήματος.

**Σχήμα 7.7:** Η διεπαφή για δημιουργία γραφημάτων βήμα 1.

**Σχήμα 7.8:** Η διεπαφή για δημιουργία γραφημάτων βήμα 2.

**Σχήμα 7.9:** Η διεπαφή για δημιουργία γραφημάτων, απεικόνιση γραφήματος.

**Σχήμα 7.10:** Η διεπαφή για μεταφόρτωση δεδομένων.

**Σχήμα 7.11:** Η διεπαφή για μεταφόρτωση δεδομένων, επιλογή δεδομένων.

**Σχήμα 7.12:** Η διεπαφή για μεταφόρτωση δεδομένων, επιλογή ημερομηνίας.

# ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

**Διάγραμμα 6.1:** Διάγραμμα ροής δεδομένων συστήματος.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

**Διάγραμμα 7.1:** Διάγραμμα ροής δεδομένων συστήματος δεύτερου επιπέδου. Ανάλυση επεξεργασίας 1.0.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 - ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Από τα πρώτα βήματα της ανάπτυξης υδρολογικών μοντέλων βροχόπτωσης έγινε εμφανές ότι ένας μετρητής βροχής σε μία περιοχή έδινε γενικά μία ‘φτηνή’ απεικόνιση του ποσού της βροχής που συχνά πέφτει, και αυτή αντιπροσώπευε συνήθως την βροχή που πέφτει έως και κάποια εκατοντάδες μέτρα μακριά από τον μετρητή βροχής, ανάλογα και την μορφολογία της περιοχής. Παρά της όποιες προσπάθειες έχουν γίνει για την ανάπτυξη αρκετά πυκνών δικτύων μετεωρολογικών σταθμών, η μεταβλητότητα της βροχής είναι τέτοια που δεν μας επιτρέπει να έχουμε μία απόλυτος ακριβή εικόνα. Ενώ Κάλι η χρήση μετεωρολογικών ραντάρ εκτός του ότι δεν έχει αποδειχτεί ιδιαίτερα ακριβής έχει συνδεθεί και με την αβεβαιότητα της πληροφορίας που προσφέρει , αλλά και τα πιθανά λάθη.

Το μεγάλο εύρος εφαρμογών που σχετίζονται τόσο με το περιβάλλον, τη διαχείριση υδατικών πόρων όσο με μελέτες και κατασκευές υποδομών (δρόμοι, γέφυρες, αντιπλημμυρικά έργα κ.α.) χρειάζονται αξιόπιστα δεδομένα βροχόπτωσης. Όπως περιγράφεται και στην Οδηγία Πλαίσιο 2000/60 ΕΕ, για το σχεδιασμό και την ολοκληρωμένη διαχείριση των λεκανών απορροής, χρειάζονται συγκεκριμένα δεδομένα υψηλής ποιότητας και κατάλληλης συχνότητας.

Τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί νέες τεχνικές παραγωγής κατάλληλων χωρικών δεδομένων βροχόπτωσης χρησιμοποιώντας τηλεπικοινωνιακό εξοπλισμό όπως μικροκομματικές ζεύξης, και οπτικές ζεύξης . οι οποίες είναι ιδιαίτερα ευαίσθητα σε καιρικά φαινόμενα, και ιδιαίτερα στην βροχόπτωση, παρουσιάζοντας πολλές φορές και πλήρη απόλυα σήματος.

Όπως περιγράφετε και σε πρόσφατες ερευνητικές μελέτες όπως αυτή της V.I.Kakoura et al , οι οπτικές ζεύξης , με τις οποίες θα ασχοληθούμε σε αυτή την διπλωματική εργασία, και ιδιαίτερα η ισχύς της κάθε οπτικής ζεύξης επηρεάζετε σε μεγάλο βαθμό από την βροχόπτωση. Έτσι χρησιμοποιώντας τα δεδομένα ισχύος , μπορούμε να προσδιορίσουμε την ποσότητα βροχής ανάμεσα στις δύο οπτικές ζεύξης.

## **1.1 Αντικείμενο της Εργασίας**

Στο Καρλόβασι της Σάμου είναι εγκατεστημένο και λειτουργεί σε κτήρια του Πανεπιστημίου Αιγαίου, για λόγους δικτυακής διασύνδεσης των διάσπαρτων κτηρίων του, σύστημα μετάδοσης δεδομένων με laser. Αυτές οι ασύρματες ζεύξεις επηρεάζονται από διάφορα ατμοσφαιρικά φαινόμενα όπως η βροχή, η υγρασία, η θερμοκρασία, η ηλιοφάνεια και γενικότερα ότι συγκαταλέγεται στην ευρύτερη έννοια του ατμοσφαιρικού φαινομένου.

Αντικείμενο αυτής της διπλωματικής εργασίας είναι η ανάπτυξη συστήματος το οποίο θα είναι υπεύθυνο για την αποθήκευση και επεξεργασία δεδομένων από ασύρματα συστήματα μετάδοσης δεδομένων με οπτικές ζεύξεις (laser) και από μετεωρολογικούς σταθμούς τα οποία είναι εγκατεστημένα στην ευρύτερη περιοχή του Καρλοβασίου. Με την χρήση των δεδομένων της έντασης εκπομπής RX των οπτικών ζεύξεων είναι δυνατόν να παραχθούν ακριβή βροχομετρικά δεδομένα έντασης της βροχής. Χρησιμοποιώντας κατάλληλα υποσυστήματα είναι δυνατή η γραφική δυναμική αναπαράστασή των δεδομένων που συλλέγονται, δυνατότητα μεταφόρτωσης δεδομένων, καθώς επίσης ένα υποσύστημα για εύκολη αναζήτηση περιβαλλοντολογικών γεγονότων.

Για λόγους ασφαλείας, αλλά και για την διασφάλιση της σωστής ροής των δεδομένων, το σύστημα περιλαμβάνει υποσυστήματα που είναι υπεύθυνα για την έγκαιρη παραγωγή αυτόματων ειδοποιήσεων, σε περίπτωση που παρατηρηθεί κάποια δυσλειτουργία των ασύρματων οπτικών ζεύξεων, προς τους διαχειριστές του συστήματος, αλλά και προς την υπηρεσία πληροφορικής και επικοινωνιών του Πανεπιστημίου Αιγαίου, η οποία είναι υπεύθυνη για την ορθή λειτουργία των ασύρματων οπτικών ζεύξεων. Επιπρόσθετος περιλαμβάνετε υποσύστημα το οποίο είναι υπεύθυνο για την τήρηση αντιγράφων ασφαλείας όλων των δεδομένων που αποθηκεύονται στο σύστημα.

## **1.2 Διάρθρωση της Εργασίας**

Η διάρθρωσή των κεφαλαίων που ακολουθούν έχουν ως εξής

Στο Κεφάλαιο 2 παρουσιάζονται υπάρχοντα συστήματα παρακολουθήσεις καιρικών φαινομένων και ιδιαίτερα παρακολούθηση της βροχόπτωσης σε κάθε περιοχή.

Στο Κεφάλαιο 3 αποδίδονται ορισμοί που αφορούν τις οπτικές ζεύξεις και τον τρόπο με τον οποίο μεταδίδονται τα δεδομένα σε αυτές. Αναλύονται αναλυτικά οι περιβαλλοντικοί παράγοντες που επηρεάζουν την ορθή μετάδοση των δεδομένων, και κυρίως της βροχόπτωσης, καθώς γίνεται μια εκτενής αναφορά σχετικά με τα laser, που χρησιμοποιούνται στο σύστημά μας.

Στο Κεφάλαιο 4 αποδίδονται πληροφορίες συστήματος, όπως προδιαγραφές, αλλά και οδηγίες του λογισμικού ελέγχου των οπτικών ζεύξεων SONAbeam . Πληροφορίες για τον μετεωρολογικό σταθμό, αλλά και πληροφορίες των δεδομένων που παράγονται από τα παραπάνω. Επίσης παρουσιάζετε και η τοπολογία Οπτικών Ζεύξεων και μετεωρολογικών σταθμών.

Στο Κεφάλαιο 5 αναλύεται το λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε για την δημιουργία του συστήματος.

Στο Κεφάλαιο 6 παρουσιάζετε η αρχιτεκτονική του συστήματος , αλλά και η δομή της σχεσιακής βάσης δεδομένων που χρησιμοποιήθηκε για την δημιουργία του συστήματος.

Τέλος, στο κεφάλαιο 7 παρουσιάζονται τα υποσυστήματα, αλλά και η ιστοσελίδα με της διεπαφές του συστήματος συλλογής και ανάλυσης περιβαλλοντολογικών δεδομένων.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 - Υπάρχοντα Μετεωρολογικά Συστήματα

### 2.1 Συλλογή στοιχείων Βροχόπτωσης

Το νερό θεωρείται ανόργανη χημική ένωση, βασικό συστατικό της Γής, σε μεγάλη αφθονία και γι' αυτό είναι το κύριο χαρακτηριστικό του γαλάζιου πλανήτη, με ουσιαστική, αντικατάστατη και καθοριστική βιολογική και γεωλογική αξία . Είναι ένας από τους πολυτιμότερους πόρους για τον άνθρωπό ενώ κατά καιρούς αποτελεί μεγάλη απειλή . Για τους παραπάνω λόγους έχει τεθεί μεγάλη προσπάθεια για την κατανόηση της φάσης κύκλου του ύδατος. Η εδαφική ή επίγεια φάση τού κύκλου του ύδατος αποτελείται, από ένα πλήθος συστατικών και σχετικές διεργασίες.

Τα συστατικά αυτά και οι αντίστοιχες διεργασίες παρουσιάζουν μια χρονική και τοπική μεταβολή, η οποία προκαλείται και από τις μετεωρολογικές επιδράσεις. Αυτές οι μετεωρολογικές επιδράσεις σχετίζονται είτε με την ενέργεια (ηλιακή ακτινοβολία, μεταφορά αισθητής θερμότητας), είτε με τη μάζα του υετού (νέφη, υετίσιμο ύδωρ) ή με την αλληλεπίδραση της μάζας και της ενέργειας (εξάτμιση).

Αυτά τα δεδομένα τα παίρνουμε από συνοπτικούς και κλιματικούς μετεωρολογικούς σταθμούς, καθώς και από τα radar καιρού και τις δορυφορικές φωτογραφίες. Το σπουδαιότερο από τα δεδομένα αυτά για τους σκοπούς της Υδρομετεωρολογίας θεωρείται η βροχόπτωση. Τα δεδομένα της βροχής είναι σχετικά σπάνια, είτε από την άποψη πυκνότητας δικτύου, είτε από την άποψη της χρονικής διάρκειας και επί πλέον δεν είναι απαλλαγμένα λαθών. Ακόμη πιο σπάνια είναι τα δεδομένα τα απαραίτητα για να υπολογιστεί η εξάτμιση, που απαιτείται σε πολλές υδρομετεωρολογικές εφαρμογές.

Από τα βασικότερα προβλήματα είναι ο ποσοτικός προσδιορισμός του νερού στις διάφορες φάσεις του κύκλου και ο προσδιορισμός του ρυθμού της μεταφοράς από τη μία φάση στην άλλη. Οι μετρήσεις που έχουν γίνει κατά καιρούς στον Ελληνικό χώρο έχουν γίνει από διάφορους οργανισμούς και υπηρεσίες αλλά δυστυχώς αυτές δεν διακρίνονται

για τον προγραμματισμό τους, τη συνεργασία ή το λογικό σχεδιασμό για την κατανομή των οργάνων μέτρησης στο χώρο μας.

### **2.1.1 Υπηρεσίες συλλογής στοιχείων στον ελληνικό χώρο.**

Στη χώρα μας, η Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία (ΕΜΥ) η οποία αποτελεί ξεχωριστό εθνικό οργανισμό έχει ένα αριθμητικά μικρό σχετικά δίκτυο σταθμών, οι οποίοι κατά κανόνα βρίσκονται κοντά σε αεροδρόμια και σε χαμηλά υψόμετρα. Τις υδρολογικές παρατηρήσεις πραγματοποιούν διάφορες άλλες Υπηρεσίες, κυρίως του Υπουργείου Γεωργίας ή Δημοσίων Έργων (ΥΠΕΧΩΔΕ) οι οποίες δεν έχουν μεταξύ τους, καμία συνεργασία στη συλλογή και αξιολόγηση των δεδομένων. Τα δεδομένα των παρατηρήσεων, κατά κανόνα, μένουν αδημοσίευτα με εξαίρεση την ΕΜΥ της οποίας η έκδοση των στοιχείων δυστυχώς παρουσιάζει χρονική υστέρηση.

### **2.2 Δίκτυο Μετεωρολογικών Σταθμών**

Ο Μετεωρολογικός σταθμός είναι ένα επίγειο σημείο στο οποίο πραγματοποιούνται τακτικές μετεωρολογικές παρατηρήσεις. Πρόκειται για μόνιμη εγκατάσταση (κτιριακή ή μη) στην οποία φέρονται πολλά μετεωρολογικά όργανα, τόσο μέσα σε μετεωρολογικό κλωβό είτε εκτός αυτού στον πέριξ χώρο είτε και εντός αυτού, όπως επαναλήπτες μετεωρολογικών οργάνων. Η θέση ανέγερσης αυτών των σταθμών ορίζεται από τη κεντρική Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία της κάθε Χώρας έτσι ώστε στο σύνολό τους αυτοί να αποτελούν ένα ενιαίο δίκτυο μετεωρολογικής παρατήρησης.

Καθένας Μετεωρολογικός σταθμός φέρει διεθνή αριθμό ταυτότητας με τον οποίο και απεικονίζεται στους μετεωρολογικούς χάρτες. Οι Μετεωρολογικοί σταθμοί επανδρώνονται από επιστημονικό προσωπικό ή ειδικά εκπαιδευμένο για τις ανάγκες των παρατηρήσεων. Στην Ελλάδα Μετεωρολογικοί σταθμοί υπάρχουν στις κυριότερες πόλεις, στους μεγάλους λιμένες και σε όλα τα αεροδρόμια της Χώρας. Από τους Σταθμούς αυτούς μεταβιβάζονται σε τακτά χρονικά διαστήματα οι παρατηρούμενες ενδείξεις των φερομένων οργάνων με ειδικό κωδικοποιημένο τύπο σήματος. Οι σημαντικές αυτές

αναφορές των μετεωρολογικών σταθμών στη κεντρική υπηρεσία καταχωρούνται στους υπό σύνταξη μετεωρολογικούς χάρτες της ευρύτερης περιοχής, από τη μελέτη των οποίων εξάγονται συμπεράσματα πρόβλεψης καιρού.

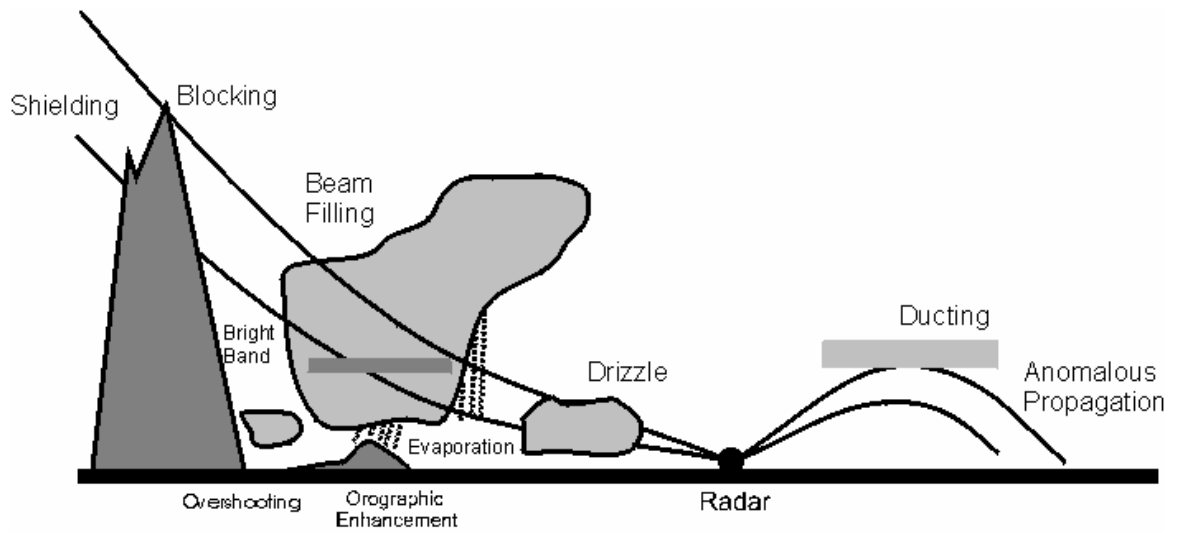
Όσο πιο πυκνό είναι το Δίκτυο των Μετεωρολογικών σταθμών, τόσο πιο ακριβείς είναι οι μετεωρολογικοί χάρτες που εξάγονται, βελτιώνοντας παράλληλα και τα συμπεράσματα πρόβλεψης καιρού. Το σύστημα όμως ενός πολύ πυκνού δικτύου, εκτός από την μεγάλη οικονομική επιβάρυνση δεν εγγυάται βέλτιστα αποτελέσματα καθώς η φύση, και ο απρόβλεπτος παράγοντας της βροχής κάνουν την σύνταξη ενός ακριβές μετεωρολογικού χάρτη στον οποίο να απεικονίζετε ακριβός πόση βροχή είχαμε σε κάθε σημείο του χάρτη αδύνατη. Αυτό συμβαίνει καθώς μπορούμε να είμαστε σχεδόν σίγουροι για τις καιρικές καταστάσεις που επικρατούν σε κάθε περιοχή μόνο για κάποια μέτρα μακριά από τον μετεωρολογικό σταθμό.

### **2.3 Μετεωρολογικά ραντάρ**

Ένα Μετεωρολογικό ραντάρ, είναι ένα είδος ραντάρ που χρησιμοποιείται για τον εντοπισμό υδατωδών κατακρημνισμάτων, υπολογίζει την κίνησή τους, εκτιμά τον τύπο τους (βροχή, χιόνι, χαλάζι κ.λπ.), καθώς και προβλέπει την μελλοντική θέση και την έντασή τους.

Τα σύγχρονα Μετεωρολογικά ραντάρ είναι κατά κύριο λόγο παλμό-Doppler ραντάρ, ικανά να ανιχνεύουν την κίνηση των σταγονιδίων βροχής, ενώ επιπλέον ανιχνεύουν και την ένταση της βροχόπτωσης. Δεδομένα τα οποία μπορούν να αναλυθούν για να καθορίσουν τη δομή των καταιγίδων και τη δυνατότητά τους να προκαλέσουν σοβαρά καιρικά φαινόμενα. Ενώ, από τη μία πλευρά, βελτιώνουν κατά πολύ την χωρική εικόνα, η χρήση δομένων ραντάρ για τον προσδιορισμό της ποσότητας νερού έχει αποδειχθεί ότι είναι μια πρόκληση συνδέονται με αρκετή αβεβαιότητα και πιθανά σφάλματα εξαιτίας επιστροφών που αποτελούνται από ψευδή ηχώ, ή μερικά στοιχεία (Σχήμα 2.1)





**Σχήμα 2.1:** Μερικές από τις πιο κοινές επιστροφές σε ένα ραντάρ καιρού που αποτελούν ψευδή ηχώ ή μερικά στοιχεία.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 - Οπτικές ζεύξεις και ατμοσφαιρικά φαινόμενα

### 3.1 Περιγραφή

Τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί νέες τεχνικές παραγωγής κατάλληλων χωρικών δεδομένων βροχόπτωσης χρησιμοποιώντας τηλεπικοινωνιακό εξοπλισμό όπως μικροκομματικές ζεύξης, και οπτικές ζεύξης . οι οποίες είναι ιδιαίτερα ευαίσθητες σε καιρικά φαινόμενα, και ιδιαίτερα στην βροχόπτωση, παρουσιάζοντας πολλές φορές και πλήρη απόλυτα σήματος. Το σύστημα που αναπτύξαμε, καταγράφει τα δεδομένα του τηλεπικοινωνιακού εξοπλισμού των οπτικών ζεύξεων που υπάρχουν στην περιοχή του Καρλοβασιού, καθώς και τα δεδομένα από τον μετεωρολογικό σταθμό της περιοχής. Ένας χρήστης του συστήματος , γνωρίζοντας την αλληλεπίδραση των ατμοσφαιρικών φαινομένων στις οπτικές ζεύξεις, μπορεί να χρησιμοποιήσει τα δεδομένα για ακριβή προσδιορισμό της βροχόπτωσης στην περιοχή ανάμεσα σε δύο οπτικές ζεύξεις. Ας δούμε όμως τί ακριβώς είναι η οπτικές ζεύξης , και γιατί επηρεάζονται από τα ατμοσφαιρικά φαινόμενα.

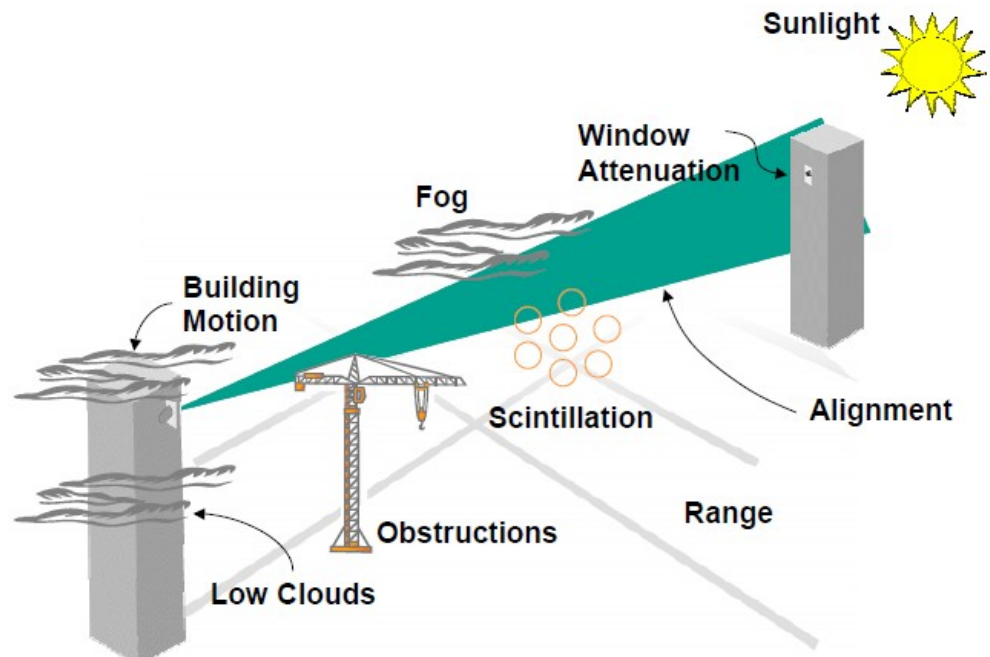
### 3.2 Οπτική ζεύξη

Τα οπτικά συστήματα ελεύθερου χώρου (Free Space Optics – FSO) είναι μία τεχνολογία επικοινωνίας μεταξύ δύο σημείων , η οποία χρησιμοποιεί το φως για την μεταφορά δεδομένων. Η χρήση του φωτός για μεταφορά πληροφορίας για την ακρίβεια δεν είναι καινούργια τεχνολογία, Από τα αρχαία χρόνια, οι αρχαίοι Έλληνες χρησιμοποιούσαν την αντανάκλαση του φωτός στις ασπίδες τους για να αποστείλουν μηνύματα κατά την διάρκεια της μάχης .Η εφεύρεση του [λέιζερ](#) στη δεκαετία του 1960 έφερε επανάσταση η οπτική ελεύθερου χώρου το 1960. στρατιωτικές οργανώσεις έδωσαν ιδιαίτερο βάρος στην νέα αυτή τεχνολογία και έδωσαν τεράστια ώθηση στην ανάπτυξή τους για στρατιωτικούς κυρίως λόγους καθώς και για αεροδιαστημικές εφαρμογές . Τα οπτικά δίκτυα ελεύθερου χώρου χρησιμοποιούν Laser για να επιτευχθεί επικοινωνία από σημείο σε σημείο (point to point). Συνηθίζετε να χρησιμοποιείτε για την διασύνδεση κτιρίων που έχουν οπτική επαφή σε ένα τοπικό δίκτυο. Η εγκατάσταση ενός συστήματος FSO σε σχέση με τα άλλα συστήματα επικοινωνιών που χρησιμοποιούνται στη διασύνδεση δικτύων ευρείας ζώνης (WANs) έχει τα εξής πλεονεκτήματα:

- Δεν απαιτείται άδεια χορήγησης για συχνότητα.
- Χαμηλός αριθμός σφαλμάτων
- Ο ρυθμός μετάδοσης είναι υψηλός και το εύρος συχνοτήτων (bandwidth) είναι μεγάλο.
- Δεν επηρεάζετε από ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές
- Η ισχύς της ακτινοβολίας είναι μικρή.
- Πλήρης αμφίδρομη επικοινωνία
- Η διαδικασία της εγκατάστασης είναι απλή καθώς το μέγεθος και το βάρος των υλικών είναι μικρό και το συνολικό κόστος διασύνδεσης είναι σχετικά μικρό.
- Είναι μια ιδανική λύση για μεταφορά εμπιστευτικών δεδομένων αφού είναι ένας ασφαλής τρόπος μετάδοσης δεδομένων. Λόγω της στενής δέσμης του laser η ανίχνευση, υποκλοπή και παρεμβολή γίνεται πολύ δύσκολα.

Μερικά από τα μειονεκτήματα περιλαμβάνουν:

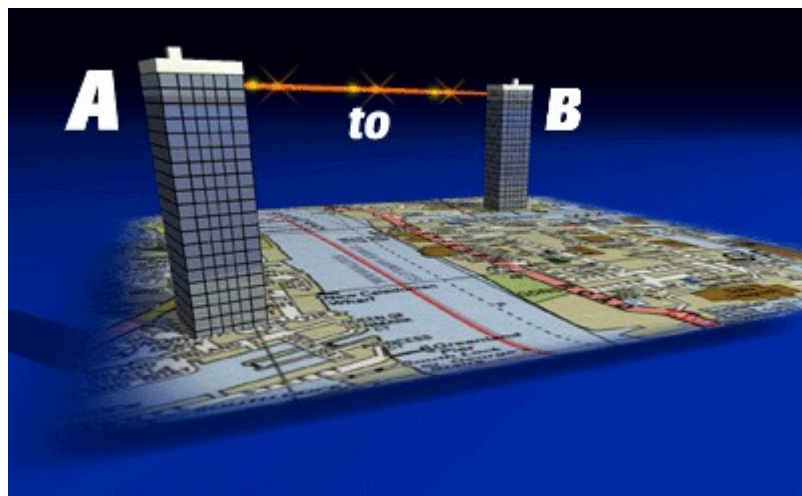
- Η ακρίβεια με την οποία ο πομπός laser μπορεί να στοχεύσει το δέκτη ώστε να γίνει δυνατή η επικοινωνία
- Λόγω της στενής δέσμης του laser η ακρίβεια στόχευσης μπορεί να επηρεαστεί από τον αέρα. Ευπρόσβλητο σε ατμοσφαιρικά φαινόμενα (εξασθένιση, διασπορά), έτσι μπορεί να προκληθεί μέχρι και διακοπή της επικοινωνίας, Σχήμα 3.1.



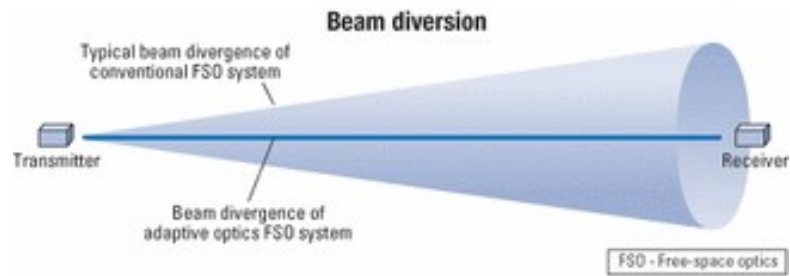
**Σχήμα 3.1:** Ατμοσφαιρικά φαινόμενα που προκαλούν βλάβες στα συστήματα FSO.

Στα ακόλουθα σχήματα φαίνονται:

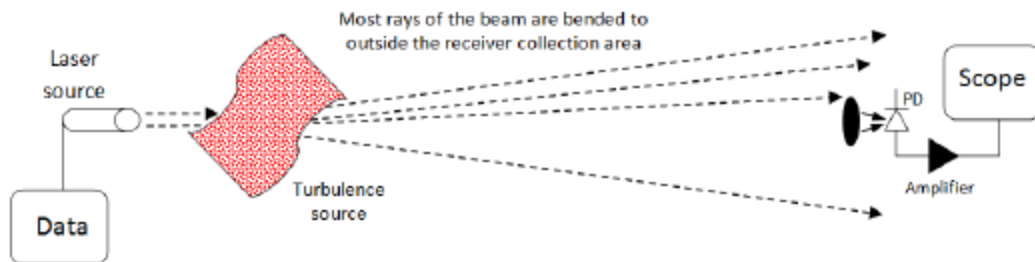
- η οπτική επικοινωνία ενός πομπού με ένα δέκτη όπου λόγω διαφόρων δυσκολιών δεν είναι δυνατή η επικοινωνία των γειτονικών κτιρίων με άλλο τρόπο, Σχήμα 3.2
- το άνοιγμα δέσμης και το πεδίο παρατήρησης του δέκτη, Σχήμα 3.3, ενός συστήματος οπτικής επικοινωνίας (FSO).
- το άνοιγμα δέσμης σε περίπτωση εμποδίων ανάμεσα στις οπτικές ζεύξεις, Σχήμα 3.4, ενός συστήματος οπτικής επικοινωνίας (FSO)



**Σχήμα 3.2:** Οπτικές ζεύξεις με χρήση laser λόγω διαφόρων δυσκολιών.



**Σχήμα 3.3:** Άνοιγμα δέσμης και πεδίο παρατήρησης του δέκτη ενός συστήματος ασύρματης οπτικής επικοινωνίας.



**Σχήμα 3.4:** Άνοιγμα δέσμης σε περίπτωση εμποδίων ανάμεσα στις οπτικές ζεύξεις.

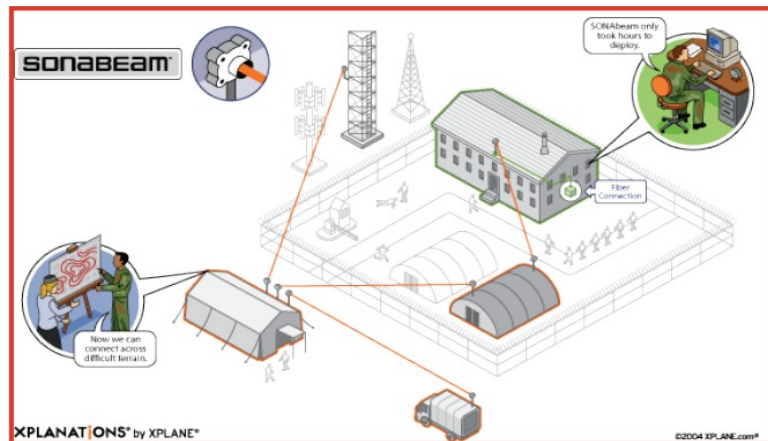
Οι ταχύτητες που επιταχύνονται πλέον στα δίκτυα ελεύθερου χώρου, χρησιμοποιώντας Laser, είναι από 1,5 Mbps έως 10 Gbps και κυμαίνεται έως μερικά χιλιόμετρα ανάλογα βέβαια με την τεχνολογία που εφαρμόζεται και τις ατμοσφαιρικές συνθήκες που επικρατούν. Τέλος, οι διασυνδέσεις Ethernet, Fast Ethernet και Gigabit Ethernet χρησιμοποιούνται για την επικοινωνία με τα τοπικά δίκτυα.

### 3.2.1 Εφαρμογές οπτικών ζεύξεων

Η τεχνολογία Οπτικών Ζεύξεων εφαρμόζεται:

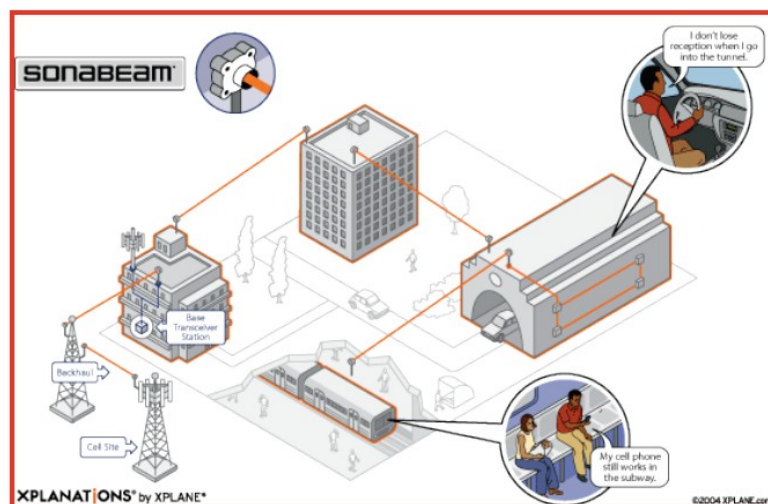
- Σε περιβάλλοντα όπως πανεπιστημιούπολεις, στρατόπεδα κ.λ.π. για συνδέσεις:
  - Τοπικών δικτύων (LANs).
  - Τηλεφωνικών κέντρων.
- Μέσα σε περιοχές όπου δεν μπορούμε να σκάσουμε για να περαστούν καλώδια, όπως:
  - Στις όχθες ποταμών.
  - Στις σιδηροδρομικές γραμμές.

- Απέναντι από λεωφόρους.
- Σε σκληρό έδαφος.
- Εντός στρατιωτικών βάσεων και κυβερνητικών χώρων. (Σύνδεση μεγάλων, προσωρινών, εκτάσεων με ασφάλεια, με μικρό σχεδιασμό και σε ελάχιστο χρόνο), Σχήμα 3.5.



**Σχήμα 3.5:** Εφαρμογή ενός δικτύου με Laser σε στρατιωτική βάση.

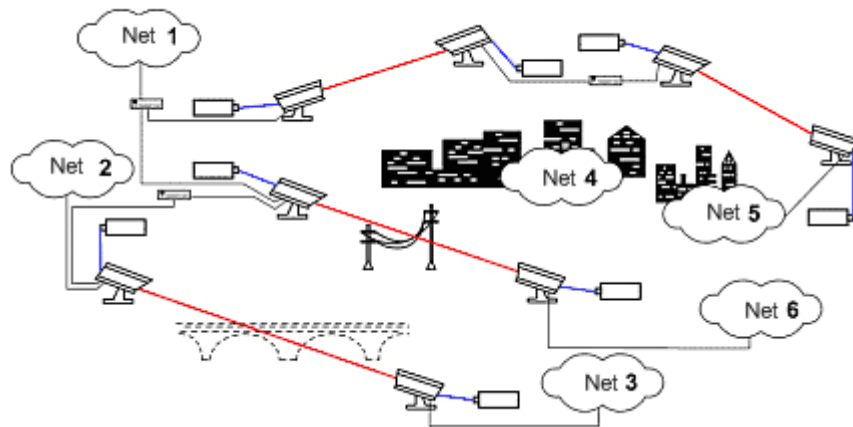
- Σε σήραγγες, υπόγειες διαβάσεις, εμπορικούς χώρους. (Ενισχύεται, επεκτείνεται και βελτιώνεται η κάλυψη των ασύρματων επικοινωνιών σε αυτούς τους χώρους ικανοποιώντας την ζήτηση της αγοράς), Σχήμα 3.6



**Σχήμα 3.6:** Εφαρμογή ενός δικτύου με Laser σε σήραγγες, υπόγειες διαβάσεις και εμπορικούς χώρους.

- Σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις (ναυπηγεία, αεροδρόμια) όπου το περιβάλλον είναι αρκετά θορυβώδες.

- Σε αστικές περιοχές όπου ο μόνος διαθέσιμος τρόπος είναι η μίσθωση γραμμής με περιορισμένη ταχύτητα και υψηλό κόστος ενοικίασης, συμπεριλαμβανομένης και της άδειας από την ΕΕΤΤ.
- Για εφεδρική ζεύξη (back-up) σε τράπεζες, εφημερίδες και κυβερνητικά γραφεία όπου χρειάζεται 24ωρη διαθεσιμότητα της ζεύξης και το laser μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν εφεδρική λύση.
- Για σύνδεση στο διαδίκτυο σαν εναλλακτική λύση των αφόρτιστων μισθωμένων γραμμών.



**Σχήμα 3.7:** Εφαρμογή ενός δικτύου με laser σε συνδυασμό άλλων δικτύων για την διασύνδεση μίας πόλης.

### 3.2.2 Προϋποθέσεις για την εγκατάσταση οπτικής ζεύξης

Για την εγκατάσταση μιας οπτικής ζεύξης απαιτούνται τα εξής:

- Οπτική επαφή: μεταξύ του πομπού και του δέκτη, δηλαδή η έλλειψη οποιουδήποτε εμποδίου ανάμεσά τους.
- Επιφάνεια στερέωσης: Τόσο ο πομπός όσο και ο δέκτης θα πρέπει να στερεώνεται σε μία σταθερή κατασκευή που θα εξασφαλίζει τη μικρότερη δυνατή μετατόπιση του εξοπλισμού (π.χ. σε περίπτωση ταλαντώσεων ή κάτω από δυσμενείς καιρικές συνθήκες).
- Ακριβής μέτρηση της απόστασης: θα μας καθοδηγήσει στη χρησιμοποίηση του κατάλληλου εξοπλισμού. (πιθανή χρήση GPS για πλήρης συντεταγμένες)
- Προσανατολισμός Ανατολής-Δύσης: θεωρείται απαραίτητη η αποφυγή τοποθέτησης των πομποδεκτών κατά τον προσανατολισμό Ανατολής-Δύσης, γιατί μπορεί να

προκληθεί διακοπή της επικοινωνίας όσο διαρκεί το αίτιο (όσο φτάνει πρόσθετο φως στην ενεργό επιφάνεια του φωρατή).

- Προστασία Ματιών: η εγκατάσταση των κεφαλών θα πρέπει να τοποθετηθούν σε σημείο που θα αποτρέπουν την έκθεση οποιουδήποτε ατόμου κατευθείαν στα μάτια.

### **3.2.3 Δίκτυα με Laser**

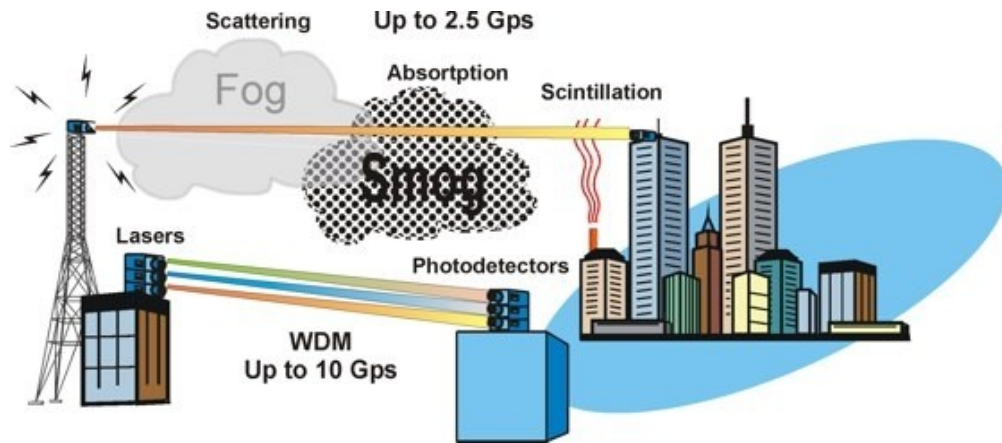
Τα πλεονεκτήματα των δικτύων με Laser είναι τα εξής:

- Δεν επιβάλλονται άδειες ενοικίασης και κατά συνέπεια δεν υπάρχουν κόστη ενοικίασης. Μπορεί εύκολα να γίνει επέκταση του δικτύου σε νέα κτίρια έχοντας ο ιδιοκτήτης του τερματικού την πλήρη κυριότητα.
- Δεν απαιτείται άδεια λειτουργίας.
- Είναι μια ιδανική εναλλακτική λύση η δημιουργία ενός τέτοιου δικτύου για την αποκατάσταση κατεστραμμένων μισθωτών γραμμών.
- Τέλος είναι ιδανική λύση για τις αστικές περιοχές και τα κέντρα των πόλεων όπου η χρήση των μισθωτών γραμμών είναι ακριβή και είναι κατάλληλη για εργοστασιακά ή βιομηχανικά περιβάλλοντα όπου τα επίπεδα θορύβου είναι υψηλά και μπορεί να παρεμποδίζονται τα δεδομένα που διαβιβάζονται.

### **3.3 Περιβαλλοντικοί παράγοντες που επηρεάζουν τις οπτικές επικοινωνίες**

Οι οπτικές επικοινωνίες που χρησιμοποιούν δίκτυα laser είναι ιδιαίτερα ευπρόσβλητες σε ατμοσφαιρικά φαινόμενα όπως βροχή και ομίχλη (Σχήμα 3.8) (πίνακας 3.1), καθιστώντας τα πολλές φορές μη λειτουργικά σε ακραία καιρικά φαινόμενα . Για αυτό το λόγο είναι και αναγκαίες περιβαλλοντολογικές μελέτες στις περιοχές που εγκαθίστανται.





**Σχήμα 3.8:** Σχηματική αναπαράσταση των περιβαλλοντολογικών παραγόντων που επηρεάζουν την λειτουργία των δικτύων laser.

**Πίνακας 3.1:** Μείωση στην ισχύ σήματος RX των οπτικών ζεύξεων ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες

Καιρικές Συνθήκες	Attenuation, dB/km
Καθαρός Καιρός	0-3
Ασθενής Βροχή	3-6
Δυνατή Βροχή	6-17
Χιονόπτωση	6 - 26
Ασθενής Ομίχλη	20-30
Πυκνή Ομίχλη	50-100

Οι οπτικές ζεύξεις χρησιμοποιούν τις ιδιότητες του φωτός για επικοινωνία μεταξύ δύο σημείων , καθιστώντας τες ευπρόσβλητες σε ότι υπάρχει ανάμεσα στα δύο αυτά σημεία, όπως σωματίδια σκόνης, σωματίδια νερού, και γενικά ότι περιλαμβάνετε στην ατμόσφαιρα.

### 3.3.1 Η Ατμόσφαιρα

Ο άνθρωπος μελετά το περιβάλλον του από τότε πρωτοεμφανίστηκε στον πλανήτη. Το κλιματικό σύστημα του πλανήτη μας αποτελείται από την ατμόσφαιρα (το πιο ασταθές μέρος του κλιματικού συστήματος ), την υδρόσφαιρα, την κρυόσφαιρα το ξηρό

έδαφος και την βιόσφαιρα, τα οποία επηρεάζονται από διάφορες εξωτερικές δυνάμεις (π.χ. από τον ήλιο).

Η ατμόσφαιρα αποτελεί μίγμα πολλών αερίων, με το μεγαλύτερο ποσοστό σε όγκο να κατέχει το άζωτο (78%) και το οξυγόνο (21%). Εκτός αυτών, υπάρχει το διοξείδιο του άνθρακα, ευγενή αέρια, ίχνη υδρογόνου, όζοντος κλπ. Στην ατμόσφαιρα επίσης αιωρούνται σχεδόν πάντοτε και μόρια κονιορτού, καπνού, άλατος, καθώς και μεγάλη επίσης ποσότητα υδρατμών που προέρχεται από την εξάτμιση θαλασσών, λιμνών κλπ. Το ποσό των υδρατμών αυτών μεταβάλλεται συνεχώς, αφού αυξάνει με την εξάτμιση και ελαττώνεται με τη πτώση ή εναπόθεση ως βροχή ή άλλων μορφών υετού στην επιφάνεια της Γης. Η μεταβολή αυτή είναι και η κύρια αιτία, ως ένα βαθμό, για τις ευρείες μεταβολές των καιρικών φαινομένων σε έναν τόπο. Βέβαια, σε σύγκριση προς τη συνολική μάζα του αέρος, η εκάστοτε ποσότητα των υδρατμών στην ατμόσφαιρα είναι πολύ μικρή. Η σπουδαιότητα της ύπαρξης όμως αυτών των υδρατμών διαφαίνεται από το γεγονός ότι απορροφούν το 11% της ηλιακής ακτινοβολίας ενώ εκλύουν μεγάλη ποσότητα θερμοκρασίας κατά τη συμπύκνωσή τους, που αν δεν υπήρχαν, ίσως η ζωή στη Γη να ήταν αδύνατη.

Γενικά, για να δημιουργηθούν οι περισσότερες ατμοσφαιρικές διαταράξεις, πηγές των καιρικών φαινομένων, δύο είναι οι κύριοι παράγοντες η θερμότητα και ο υδρατμός. Για τούτο και ο υδρατμός από μετεωρολογικής άποψης, αποτελεί το σπουδαιότερο συστατικό της γήινης ατμόσφαιρας.

Η ατμόσφαιρα είναι εκείνη, που συγκρατεί την υπεριώδη ακτινοβολία μικρού μήκους κύματος, μέρος από τη κοσμική ακτινοβολία, είναι εκείνη που προκαλεί τους χρωματισμούς του ουρανού και των νεφών, ενώ συγχρόνως αποτελεί το μέσον στη διάδοση του ήχου, αλλά και στη διάχυση του φωτός. Χωρίς αυτή, ο Ουρανός θα ήταν σκοτεινός, ενώ στη σκιά θα επικρατούσε πλήρες σκότος και οι αστέρες θα έλαμπαν με σταθερό φως νύκτα και μέρα. Επίσης, η διάθλαση που συντελεί στο φαινόμενο τα ουράνια σώματα να φαίνονται υπερυψωμένα δεν θα υπήρχε, αλλά και ούτε αντικατοπτρισμός θα δημιουργούνταν.

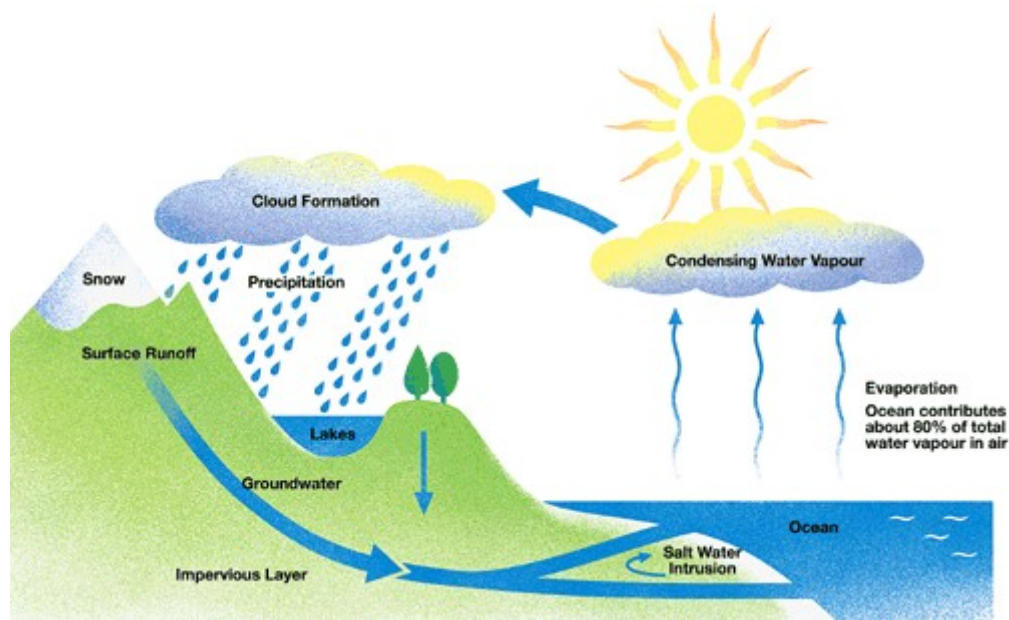
Το ατμοσφαιρικό στρώμα μέχρι τα 80-100 χιλιόμετρα ύψος ονομάζεται μεσοσφαιρα, καθώς επικρατούν συνθήκες πλήρους μίξης και ο αέρας έχει

σταθερό μοριακό βάρος. Πάνω από αυτό το όριο (τυρβόπαυση) υπάρχει η ετερόσφαιρα. Η πυκνότητα εκεί είναι τόσο μικρή που τα μόρια και τα άτομα συγκρούονται λιγότερο συχνά με αποτέλεσμα τα αέρια να διαστρωματώνονται ανάλογα με το μοριακό τους βάρος. Επίσης, ουσίες που φυσιολογικά είναι αντιδραστικές (π.χ. τα ελεύθερα ριζικά) παρουσιάζουν μεγάλους χρόνους παραμονής στην ετερόσφαιρα.

Η κατανομή της ατμοσφαιρικής θερμοκρασίας, πίεσης και σύστασης μεταβάλλεται ανάλογα με τις εποχές, την ηλιακή δραστηριότητα και τη μαγνητική δραστηριότητα της γης.

Μολονότι οι τελευταίες αραιότερες παρυφές της ατμόσφαιρας φτάνουν σε ύψος χιλιάδων χιλιομέτρων, το 99% της συνολικής της μάζας περιέχεται σε μία ζώνη από την επιφάνεια (ύψος 0) μέχρι τα 30 χιλιόμετρα ύψος.

Η τροπόσφαιρα, το χαμηλότερο στρώμα της ατμόσφαιρας που περιλαμβάνει τα 3/4 της όλης μάζας του ατμοσφαιρικού αέρα και σχεδόν όλων των υδρατμών και ατμοσφαιρικών αιωρημάτων (aerosols). Τα περισσότερα των μετεωρολογικών φαινομένων, όπως σύννεφα, ομίχλη, βροχή, χιόνι, χαλάζι, κεραυνοί κλπ. εκδηλώνονται σε αυτό το στρώμα



**Σχήμα 3.9:** Αναπαράσταση του κύκλου του νερού.

### 3.3.2 Η βροχή

Η βροχή είναι μια υγρή κατακρήμνιση και ανήκει στα υδατώδη μετεωρολογικά κατακρημνίσματα ή [υδρομετέωρα](#) όπως ονομάζονται τα διάφορα φαινόμενα του [υετού](#), του οποίου άλλα επίσης είδη είναι το [χιονόνερο](#), το [χιόνι](#) και το [χαλάζι](#).

Για να συμβεί το φαινόμενο στη [Γη](#), χρειάζεται ένα πυκνό στρώμα της [ατμόσφαιρας](#) με [θερμοκρασία](#) πάνω από το [σημείο τήξης](#) του [νερού](#) (δηλαδή πάνω από 0 °C) (σχετικά) κοντά στην επιφάνεια της Γης . Η [συγκέντρωση](#) των ατμοσφαιρικών υδρατμών πρέπει να είναι αρκετά υψηλή ώστε αυτοί να υγροποιηθούν και να σχηματίσουν σταγόνες (υγρού) νερού, αρκετά βαριές ώστε να πέσουν ως την επιφάνεια . Τρεις δυνατότητες (και οι συνδυασμοί τους) υπάρχουν για να προκληθεί βροχή:

1. Να ψυχθεί ο αέρας (δηλαδή να ελαττωθεί η θερμοκρασία του), ώστε να ελαττωθεί η ικανότητά του να συγκρατεί τους υδρατμούς σε αέρια μορφή ή σε μορφή μικρών (υγρών) σταγονιδίων σε [κολλοειδή διασπορά](#) ([νέφη](#)).
2. Να αυξηθεί η ατμοσφαιρική πίεση ώστε να ελαττωθεί η ικανότητά του να συγκρατεί τους υδρατμούς σε αέρια μορφή ή σε μορφή μικρών σταγονιδίων σε [κολλοειδή διασπορά](#) ([νέφη](#)).
3. Να αυξηθεί η συγκέντρωση της υγρασίας, ώστε αυτή να υπερβεί την ικανότητα συγκράτησής της για τη συγκεκριμένη θερμοκρασία και [πίεση](#).

Σε μερικές περιπτώσεις οι σταγόνες της βροχής [εξατιμίζονται](#) πριν φτάσουν στην επιφάνεια. Τα σταγονίδια νερού συνενώνονται σε μεγαλύτερα μέσω της σύγκρουσης μεταξύ τους μέσα στα σύννεφα. Το τελικό μέγεθος των σταγόνων ποικίλλει. Η κανονική βροχή, σε (σχετικά) μη [ρυπασμένη](#) (ατμοσφαιρικά) περιοχή έχει [pH](#) της τάξης του 5,2, κάνοντάς την ελαφρά όξινη.

Ο [υπερκορεσμός](#) της [υγρασίας](#) συνδέεται με τα [μέτωπα καιρού](#), που αποτελούν την κύρια μέθοδο πρόγνωσης επερχόμενης βροχόπτωσης. Αν συνυπάρχουν αρκετή υγρασία και ανοδικά ρεύματα αέρα σε έναν τόπο, τότε πέφτει βροχή σε λεπτές σταγόνες. Σε ορεινές περιοχές, είναι πολύ πιθανό να πέσουν έντονες βροχές στην πλευρά που έχει πρόσβαση σε υγρό αέρα. Αντίθετα, στην απάνεμη πλευρά συχνά σχηματίζεται ξηρό έως [ερημικό κλίμα](#).

Η πτώση βροχής από τα σύννεφα ονομάζεται βροχόπτωση. Η ένταση της βροχόπτωσης μετριέται με βάση τα χιλιοστά βροχής που πέφτουν ανά ώρα και μετριέται με ειδικό όργανο, το βροχόμετρο. Οι Μετεωρολόγοι ανάλογα με την ένταση της βροχόπτωσης την διακρίνουν στις ακόλουθες κατηγορίες ανάλογα με το παρατηρούμενο ύψος βροχής:

- Ασθενής: Μικρότερη από 2 mm/h. Συνήθως φθάνει τα 0,5 mm/h. Η βροχή αυτή προέρχεται από στρωματόμορφα σύννεφα πάχους μικρότερου των 2 χλμ.
- Μέτρια: 2-6 mm/h.
- Ισχυρή: Μεγαλύτερη από 6 mm/h. Όταν το ύψος της βροχής σε μισή ώρα είναι μεγαλύτερο των 4 mm. Η βροχή αυτή είναι απότομη με μεγάλες σταγόνες και πολλές φορές συνοδεύεται και από χαλάζι.

### 3.4 Laser

#### 3.4.1 Ορισμός και μια σύντομη αναδρομή

Ο όρος λέιζερ προέρχεται από το αγγλικό ακρωνύμιο Laser: Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) που αποδίδεται στα [ελληνικά](#) ως ενίσχυση φωτός με εξαναγκασμένη εκπομπή ακτινοβολίας και καλύπτει τόσο τις συσκευές που την παράγουν όσο και την αντίστοιχη ακτινοβολία.

Τα λέιζερ παράγουν [σύμφωνο](#), μονοχρωματικό [φως](#) (δηλαδή [φως](#) με συγκεκριμένο [μήκος κύματος-χρώμα](#)) το οποίο διαδίδεται σε μια συγκεκριμένη κατεύθυνση, σχηματίζοντας στενές δέσμες. Αντίθετα, οι συνηθισμένες πηγές φωτός, όπως οι [λαμπτήρες πυρακτώσεως](#), παράγουν μη-σύμφωνο φως προς όλες τις διευθύνσεις και, επιπλέον, έχουν μεγάλο φασματικό εύρος.

Η λειτουργία των λέιζερ ερμηνεύεται από την θεωρία της [κβαντικής μηχανικής](#) και της [θερμοδυναμικής](#). Πολλά υλικά έχουν βρεθεί ότι έχουν τα απαραίτητα χαρακτηριστικά για να αποτελέσουν [ενεργό υλικό](#) των λέιζερ, με αποτέλεσμα την δημιουργία πολλών τύπων λέιζερ με διαφορετικά χαρακτηριστικά, που χρησιμοποιούνται σε μεγάλο εύρος εφαρμογών. Η εφεύρεση των λέιζερ στηρίχθηκε στην κατασκευή των μείζερ στην δεκαετία του 1950.

Το 1960 τελικά, έγινε ένα πολύ σημαντικό πείραμα στα εργαστήρια Hughes Aircraft Corporation στην Καλιφόρνια, που κατέληξε στην κατασκευή του πρώτου Laser. Ένας συνθετικός κρύσταλλος Ruby (ρουβινίου), μήκους 2cm και διαμέτρου 9mm, με γυαλισμένες οπτικά τις δύο έδρες του και επιστρωμένες με άργυρο, τοποθετήθηκε μέσα σε ένα ελικοειδή σωλήνα φλας. Όταν το φλας τέθηκε σε λειτουργία, λούζοντας τον κρύσταλλο με πολυχρωματικό φως, βγήκε μία πολύ λεπτή ακτίνα από κόκκινο μονοχρωματικό φως, βγήκε από το ένα άκρο του κρυστάλλου. Αυτή ήταν η πρώτη επιτυχής λειτουργία ενός Laser, του πρώτου από μία σειρά εντυπωσιακών συσκευών, με μοναδικές ιδιότητες, που μεταμόρφωσαν ή δημιούργησαν ολόκληρες περιοχές έρευνας και τεχνολογίας.

### **3.4.2 Βασικές αρχές λειτουργίας**

Η λειτουργία των Laser βασίζεται σε τρία βασικά φαινόμενα που συμβαίνουν όταν ένα ηλεκτρομαγνητικό κύμα αλληλεπιδρά με ένα υλικό. Πρόκειται για τα φαινόμενα της αυθόρμητης εκπομπής, απορρόφησης και εξαναγκασμένης εκπομπής. Παρακάτω φαίνεται ένα απλοποιημένο ενεργειακό διάγραμμα, Σχήμα 3.10.

**Σχήμα 3.10:** Σύστημα δύο ενεργειακών επιπέδων.

Τα άτομα του υλικού προτύπου χαρακτηρίζονται από δύο ενεργειακές στάθμες, τη βασική μη διεγερμένη στάθμη  $E_1$  και τη μοναδική διεγερμένη στάθμη  $E_2$  ( $E_1 < E_2$ ), που απέχουν μεταξύ τους απόσταση που αντιστοιχεί σε ενέργεια  $E = E_2 - E_1$  δηλαδή σε

$$\nu = \frac{E_2 - E_1}{h}$$

συχνότητα. Όταν ένα ηλεκτρομαγνητικό κύμα συχνότητας  $\nu = \frac{E_2 - E_1}{h}$

περάσει μέσα στο υλικό, άτομα της στάθμης  $E_1$  απορροφούν ενέργεια και ανεβαίνουν στην στάθμη  $E_2$ . Η διαδικασία αυτή ονομάζεται απορρόφηση.

Παράλληλα με τη διαδικασία απορρόφησης, δρα γρήγορα μια διαδικασία εκπομπής (από τη στάθμη  $E_2$ ) ξαναγεμίζοντας τη στάθμη  $E_1$  με άτομα. Η διαδικασία αυτή της επιστροφής των διεγερμένων ατόμων στη στάθμη  $E_1$  μπορεί να γίνει είτε αυθόρμητα είτε εξαναγκασμένα.

### 3.4.2.1 Αυθόρμητη εκπομπή

Έστω ότι ένα άτομο (ή μόριο) του υλικού βρίσκεται αρχικά στη στάθμη 2. Δεδομένου ότι ισχύει  $E_1 < E_2$ , το άτομο θα αποδιεγερθεί μεταπίπτοντας στη στάθμη 1 ώστε να αποκτήσει χαμηλότερη ενέργεια. Η διαδικασία αυτή συνοδεύεται με την απελευθέρωση ενέργειας  $E_2 - E_1$  που αποδίδεται με την μορφή Η.Μ. κύματος και ονομάζεται αυθόρμητη εκπομπή, Σχήμα 3.11. Η συχνότητα του ακτινοβολούμενου

κύματος δίνεται από την σχέση:  $\nu = \frac{E_2 - E_1}{h}$ , όπου  $h$  σταθερά του Plank.



**Σχήμα 3.11:** Αυθόρμητη εκπομπή.

### 3.4.2.2 Εξαναγκασμένη εκπομπή

Αν το άτομο βρίσκεται αρχικά στη στάθμη 2 και ένα Η.Μ. κύμα συχνότητας

$$\nu = \frac{E_2 - E_1}{h}$$
 προσπέσει στο υλικό, τότε υπάρχει μια πεπερασμένη πιθανότητα το άτομο να μεταπέσει στη στάθμη 1. Η επιπλέον απελευθέρωση ενέργειας  $E_2 - E_1$  εκλύεται με την μορφή Η.Μ. κύματος και ενισχύει το προσπίπτον κύμα, Σχήμα 3.12.

### **Σχήμα 3.12: Εξαναγκασμένη εκπομπή.**

Για την δημιουργία μιας ακτίνας Laser αρκεί να ικανοποιούνται ορισμένες βασικές συνθήκες. Πρέπει να υπάρχει ένα ενεργό μέσο που να μπορεί να δώσει εκπομπή ακτινοβολίας στο 'οπτικό' μέρος του ηλεκτρονικού φάσματος. Να υπάρχει δυνατότητα δημιουργίας μιας κατάστασης, γνωστή ως αναστροφή πληθυσμών, μέσα από μια διαδικασία διέγερσης που αναφέρεται σαν άντληση. Τέλος για να δημιουργηθούν συνθήκες για ταλάντωση Laser πρέπει να υπάρχει κάποιο οπτικό αντηχείο. Χωρίς οπτικό αντηχείο τα Laser θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν μόνο σαν ενισχυτές φωτός και όχι σαν γεννήτριες μονοχρωματικής ακτινοβολίας.

#### **3.4.2.3 Ενεργό Μέσο**

Το ενεργειακό μέσο μπορεί να είναι μια συλλογή ατόμων, μορίων ή ιόντων κάποιου αερίου, υγρού ή στερεού, που μπορεί να παρέχει τις ενεργειακές του στάθμες, για τις μεταπτώσεις ηλεκτρονίων. Το υλικό αυτό περιορίζεται σε μια οπτική κοιλότητα που ονομάζεται 'οπτικό αντηχείο'.

#### **3.4.2.4 Αναστροφή πληθυσμών**

Η συνθήκη  $N_1 - N_2 < 0$  δεν πραγματοποιείται σε συνθήκες θερμικής ισορροπίας, επειδή σύμφωνα με την κατανομή Boltzmann, το  $N_2$  μπορεί μεν να πλησιάζει το  $N_1$ ,



αλλά δεν μπορεί ποτέ να το υπερβεί. Ο μόνος τρόπος για να έχουμε  $N_2 > N_1$  είναι να εξωθήσουμε τα άτομα του ενεργού υλικού σε κατάσταση μη θερμικής ισορροπίας, χρησιμοποιώντας μια εξωτερική πηγή ενέργειας στα άτομα ή μόρια του ενεργού μέσου. Η διεργασία με την οποία τα άτομα διεγείρονται ή αντλούνται και εξωθούνται σε κατάσταση μη θερμικής ισορροπίας ονομάζεται διαδικασία άντλησης, η δε κατάσταση  $N_2 > N_1$  ονομάζεται αναστροφή πληθυσμών και είναι απαραίτητη για τη συντήρηση των ταλαντώσεων μέσα στο αντηχείο, παρά την ύπαρξη απωλειών. Η αναστροφή πληθυσμών έχει σαν αποτέλεσμα την ενίσχυση της φωτεινής ακτινοβολίας με τη διαδικασία εξαναγκασμένης εκπομπής.

Η αναστροφή πληθυσμών δεν είναι τίποτα άλλο από μια αντιστροφή των αναλογιών των ατόμων (μορίων) ανά μονάδα όγκου, σε κάθε μια από τις δύο ενεργειακές στάθμες (από τον άπειρο αριθμό των ενεργειακών σταθμών του υλικού), που συνοδεύεται από το φαινόμενο της εξαναγκασμένης ταλάντωσης και καταλήγει στην ενίσχυση του σήματος. Οι απώλειες μπορεί να είναι είτε μη αναμενόμενες (παρασιτικές απώλειες λόγω ενεργού υλικού) είτε προβλέψιμες (π.χ. απώλειες από το κάτοπτρο εξόδου).

#### 3.4.2.5 Οπτικό αντηχείο

Στα περισσότερα laser η ακτίνα ταξιδεύει και παλινδρομεί πολλές φορές μέσα στο ενεργό υλικό χάρη σ' ένα ζευγάρι κάτοπτρα που τοποθετούνται κάθετα στον οπτικό άξονα του laser. Με ένα τέτοιο σύστημα κατόπτρων το ενεργό φαινομενικό μήκος του ενισχυτικού μέσου πολλαπλασιάζεται. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι ένα laser με ένα κάτοπτρο ανακλαστικότητας 100% στο ένα άκρο του και ένα κάτοπτρο ανακλαστικότητας 98% στο άλλο άκρο του, έχει ένα φαινομενικό μήκος 50 φορές του πραγματικού του, ως προς το ενεργό μέσο. Το σύστημα αυτό των δύο κατόπτρων, ενός ολικά και ενός μερικά ανακλαστικού, αποτελεί το σύστημα οπτικής ανατροφοδότησης του laser και σε πολλές άλλες περιπτώσεις τον επιλογέα συχνότητας λειτουργίας του.

Ένα κλασσικό οπτικό αντηχείο φαίνεται στο Σχήμα 3.13 (άνω). Πιθανόν όμως ένα τέτοιο αντηχείο να δώσει πολυχρωματική ακτινοβολία. Οι ανάγκες των πειραμάτων απαιτούν αυστηρά μονοχρωματική ακτινοβολία. Στην περίπτωση αυτή, πρέπει να επέμβουμε στη λειτουργία του laser και με χρησιμοποίηση κατάλληλου επιλογέα συχνότητας λειτουργίας να περιορίσουμε ή να επιλέξουμε το μήκος κύματος εκπομπής

του. Ένας τέτοιος επιλογέας μπορεί να είναι π.χ. ένα φράγμα ανάκλασης που θα αντικαταστήσει το κάτοπτρο ανακλαστικότητας 100%, ένα πρίσμα ή ένα στοιχείο μη γραμμικής απορρόφησης κλπ. Ένα τέτοιο αντηχείο φαίνεται στο Σχήμα 3.13 (κάτω). Στην περίπτωση του Σχήματος 3.13 (κάτω) χρησιμοποιείται ένα φράγμα ανάκλασης.

**Σχήμα 3.13:** Πολυχρωματικό αντηχείο(άνω) και μονοχρωματικό αντηχείο (κάτω).

Απαραίτητη προϋπόθεση λειτουργίας ενός συστήματος laser είναι οι συνολικές απώλειες της δέσμης του laser να είναι μικρότερες από την ενίσχυση του σήματος. Γίνεται η παραδοχή ότι η δέσμη του laser καλύπτει όλο το ενεργό υλικό, δηλαδή γίνεται 100% εκμετάλλευση του ενεργού μέσου. Παρακολουθώντας την δέσμη καθώς ταξιδεύει μέσα στο οπτικό αντηχείο, ξεκινώντας από το πρώτο κάτοπτρο M1, (ανακλαστικότητας R1) και πηγαίνοντας στο δεύτερο M2, (ανακλαστικότητας R2), διαπιστώνεται ότι η ένταση της δέσμης αυξάνει από I0 σε I1 σύμφωνα με τη σχέση:

$$I_1 = I_0 e^{(\beta - \alpha)L}, \beta - \alpha > 0$$

Όπου L: η απόσταση μεταξύ των κατόπτρων,  $\beta$ : ο συντελεστής ενίσχυσης ασθενούς σήματος και  $\alpha$ : οι απώλειες ανά μονάδα μήκους.

Μετά την ανάκλαση στο M2 η ένταση της δέσμης είναι:

$$I_1 = R_2 I_0 e^{(\beta - \alpha)L}, \beta - \alpha > 0$$

Μετά από ένα πλήρη κύκλο, επομένως και ανάκλαση στο M1, η σχετική αύξηση της έντασης της δέσμης είναι:

$$I \text{ πλήρους κύκλου} / I \text{ αρχική} = G = R_1 R_2 e^{2(\beta - \alpha)L}$$

Όπου το G είναι η ενίσχυση ενός πλήρους κύκλου.

Αν  $G \geq 1$  παράγεται ακτινοβολία laser, ενώ αν  $G < 1$  το laser δεν παράγει ακτινοβολία.

Για να έχουμε σωστή λειτουργία του laser πρέπει να ικανοποιείται η συνθήκη ισορροπίας του laser:  $G=1$

Αν το  $G \gg 1$  ή  $G < 1$  η λειτουργία του laser είναι προβληματική.

Αν μετά από ένα μεγάλο αριθμό ανακλάσεων, η δέσμη laser παραμένει κοντά στον οπτικό του άξονα, τότε το οπτικό αντηχείο είναι σταθερό, ενώ αν η δέσμη απομακρύνεται από τον οπτικό άξονα τότε το αντηχείο είναι ασταθές. Η σταθερότητα των οπτικών αντηχείων εκφράζεται με τις παραμέτρους  $g$  που είναι αδιάστατες και αναφέρονται στα κάτοπτρα  $M1$  και  $M2$ :

$$g_1(\text{παραμέτρος } g \text{ του } M1) = 1 - \frac{L}{r_1} \text{ και } g_2(\text{παραμέτρος } g \text{ του } M2) = 1 - \frac{L}{r_2}$$

Όπου  $L$  είναι το μήκος του αντηχείου (απόσταση  $M1M2$ ), και  $r_1, r_2$  οι ακτίνες καμπυλότητας των  $M1$  και  $M2$  αντίστοιχα. Η συνθήκη σταθερότητας του οπτικού αντηχείου είναι:  $0 < g_1 g_2 < 1$ .

Όταν η παραπάνω σχέση ικανοποιείται, οι ακτίνες διατηρούνται κοντά στον οπτικό άξονα και το οπτικό αντηχείο είναι σταθερό. Αν  $g_1 g_2 < 0$  ή  $g_1 g_2 > 1$  τότε το αντηχείο είναι ασταθές. Αν  $g_1 g_2 = 0$  ή  $g_1 g_2 = 1$  τότε το αντηχείο βρίσκεται μεταξύ αστάθειας και σταθερότητας. Τέλος, καθώς ένα επίπεδο Η.Μ. κύμα κινείται μεταξύ των κατόπτρων, ενισχύεται σε κάθε διέλευση από το ενεργό υλικό που υπάρχει εκεί και μπορεί έτσι να εξαχθεί μια δέσμη εάν ένα από τα δύο κάτοπτρα είναι μερικά διαπερατό. Μερικοί συνδυασμοί κατόπτρων (δηλαδή διάφορα είδη αντηχείων) εικονίζονται στο Σχήμα 3.14.

**Σχήμα 3.14:** Διάφορα είδη πολυχρωματικών αντηχείων.

### 3.4.3 Κατηγορίες Laser

Το μέγεθος και η μορφή των laser ποικίλουν. Μπορεί να είναι μικρά σαν τα εκπαιδευτικά laser He-Ne (ισχύς μερικών mWatt), ή να αποτελούν συστήματα πολύ μεγάλων διαστάσεων, όπως τα laser Shiva των εργαστηρίων Lawrence Livermore της Αμερικής (ισχύος 1TWatt). Γενικά, η ισχύς των laser ποικίλει και μπορεί να είναι

οποιασδήποτε τάξης: από  $\mu\text{Watts}$ , όπως είναι τα laser οπτικής άντλησης μακροϋπερύθρου συνεχούς λειτουργίας που εκπέμπουν στην περιοχή από  $\lambda=40\mu\text{m}$   $\square$   $2000\mu\text{m}$  έως  $\text{Twatts}$ , που είναι μεγάλα συστήματα laser που χρησιμοποιούνται σε προγράμματα θερμοπυρηνικής σύντηξης, με ενεργό υλικό laser το Nd:YAG ή Nd:Glass ή CO<sub>2</sub>.

Μπορούμε να κατατάξουμε τα laser σε κατηγορίες σύμφωνα με το είδος του ενεργού υλικού τους, την περιοχή εκπομπής τους ή την ισχύ τους. Ο πιο συνηθισμένος διαχωρισμός τους είναι με βάση τον τρόπο διέγερσης τους και έχουμε τις ακόλουθες κατηγορίες:

Laser οπτικής άντλησης: στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα laser στερεού, με βασικούς εκπροσώπους τα laser ερυθρού Nd:YAG και Nd:Glass. Βασικό χαρακτηριστικό τους είναι ότι η αναστροφή των πληθυσμών επιτυγχάνεται με τη διαδικασία της οπτικής άντλησης, δηλαδή με τον έντονο φωτισμό του ενεργού μέσου. Άλλα χαρακτηριστικά τους είναι η υψηλή ισχύς εξόδου τους (τάξης  $\text{Mwatt}$  σε παλμική λειτουργία) και η δυνατότητα παραγωγής παλμών μικρής χρονικής διάρκειας της τάξης των  $\text{nsec}$ .

Laser ηλεκτρικής εκκένωσης: στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα laser των ατομικών, μοριακών και ιοντικών αερίων. Μπορούν να λειτουργήσουν συνεχώς ή παλμικά. Η περιοχή εκπομπής τους αρχίζει από την υπεριώδη και φθάνει μέχρι τη μακροϋπερύθρη περιοχή ακτινοβολίας. Αντιπροσωπευτικά laser της κατηγορίας αυτής είναι τα N<sub>2</sub>, He-Ne, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O κλπ. Στα laser αυτά, η διέγερση είναι αποτέλεσμα μιας ηλεκτρικής εκκένωσης (αυτή είναι και η βασική τους αρχή). Ηλεκτρόνια επιταχύνονται από το ηλεκτρικό πεδίο, που δημιουργείται από μία μεγάλη διαφορά δυναμικού, συγκρούονται με τα άτομα, μόρια ή ιόντα του ενεργού αερίου και τα διεγείρουν.

Χημικά laser: στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα laser της σειράς του HF και του CO. Η αναστροφή των πληθυσμών στην περίπτωση αυτή, είναι άμεσο ή έμμεσο αποτέλεσμα μίας σειράς εξώθερμων χημικών αντιδράσεων. Ιδιαίτερο χαρακτηριστικό των χημικών laser και ιδιαίτερα του HF είναι ότι μπορούν να λειτουργήσουν συνεχώς ή παλμικά με ηλεκτρική απόδοση μεγαλύτερη του 100%. Αυτό βέβαια οφείλεται στο ότι σαν ηλεκτρική απόδοση ορίζεται ο λόγος της φωτεινής ενέργειας που παράγεται από το laser, προς την ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνει το laser.

Laser δέσμης ηλεκτρονίων: σε αυτά τα laser έχουμε μια κατευθυνόμενη δέσμη ηλεκτρονίων υψηλής ενέργειας. Χαρακτηριστικό τους γνώρισμα, πέρα από την υψηλή ενέργειά τους, είναι η ισχύς τους. Προς το παρόν, η χρήση τους περιορίζεται κυρίως σε ενεργά υλικά CO<sub>2</sub>, HF και DF.

Laser διεγερμένων διμερών: πρόκειται για μια ενδιαφέρουσα κατηγορία laser (π.χ. ArF με  $\lambda=193\text{nm}$ ), που εκπέμπουν στην περιοχή της υπεριώδους ακτινοβολίας. Οι διεργασίες άντλησης και δημιουργίας αναστροφής πληθυσμών αυτών των laser είναι πολύπλοκες. Ο συνήθης τρόπος διέγερσης είναι η ηλεκτρική εκκένωση, πολλές φορές όμως, όταν απαιτείται μεγάλη ισχύς laser, χρησιμοποιούνται και δέσμες ηλεκτρονίων.

Laser φωτολυτικής άντλησης: στην περίπτωση αυτή χρησιμοποιείται ένα φλας για να διασπάσει μία χημική ένωση και να δημιουργήσει το διεγερμένο ενεργό υλικό. Τα πιο γνωστά laser της κατηγορίας αυτής είναι το laser ιωδίου, που εκπέμπει στα 1315 $\mu\text{m}$ .

Laser που διεγείρονται από άλλα Laser: η εξωτερική πηγή άντλησης είναι ένα άλλο laser. Τα συστήματα αυτά παράγουν δέσμες laser στη μακροϋπέρυθρη περιοχή ακτινοβολίας και συγκεκριμένα σε μήκος κύματος  $\lambda=20\text{--}2000\mu\text{m}$ , όταν γίνεται χρήση αντλίας υπέρυθρης ακτινοβολίας. Από τους πιο επιτυχημένους συνδυασμούς είναι τα laser CO<sub>2</sub>.

Laser ημιαγωγών: είναι τα πιο μικρά σε διαστάσεις laser και παράγονται μαζικά με τεχνολογία και μεθόδους κατασκευής διόδων και τρανζίστορς. Λόγω του μικρού τους μεγέθους και της υψηλής απόδοσης τους, είναι πιο κατάλληλες πηγές για συστήματα τηλεπικοινωνιακών οπτικών ινών.

Η ευρύτερα χρησιμοποιούμενη σήμερα κρυσταλλοδίοδος laser είναι η κρυσταλλοδίοδος GaAlAs η οποία εκπέμπει στα 0,82 $\mu\text{m}$  και αποτελεί ιδανική φωτεινή πηγή για οπτικές επικοινωνίες.

Όταν η δίοδος είναι ορθά πολωμένη, τότε εκπέμπει ακτινοβολία, ενέργειας ίσης με αυτήν του ενεργειακού χάσματος του ημιαγωγού και μήκους κύματος που συνήθως βρίσκεται στην περιοχή του ορατού ή του εγγύς υπερύθρου φωτός. Αν δημιουργηθεί αναστροφή πληθυσμών τότε η εκπομπή θα είναι εξαναγκασμένη και θα έχουμε εκπομπή laser. Αν η εκπομπή είναι αυθόρμητη τότε θα έχουμε εκπομπή φωτοδίοδου (L.E.D.) και όχι εκπομπή laser. Το μήκος κύματος εκπομπής ορίζεται σαφώς ως το ενεργειακό χάσμα

του ημιαγωγού. Οι περισσότερες φωτοдиодοι εκπέμπουν κόκκινο ή πορτοκαλί χρώμα. Για να μετατραπεί μια φωτοдиодος σε δίοδο laser πρέπει να υπάρχουν απαραίτητες συνθήκες laser. Το ενεργό υλικό βρίσκεται στην περιοχή επαφής της δίοδου και η αύξηση του ρεύματος διέγερσης οδηγούν σε δημιουργία αναστροφής πληθυσμών. Δεν υπάρχει ανάγκη για εξωτερικά κάτοπτρα, γιατί εξασφαλίζεται μεγάλη ανακλαστικότητα, λόγω των μεγάλων δεικτών διάθλασης αυτών των ημιαγωγών. Οι δίοδοι, που μπορούν να λειτουργήσουν σαν laser ή σαν φωτοдиодοι, παρουσιάζουν διαφορετικό εύρος φάσματος εκπομπής.

### 3.4.4 Ιδιότητες ακτινοβολίας Laser

Οι μοναδικές ιδιότητες της ακτινοβολίας των Laser είναι αυτές που το έκαναν να καταλογίζεται στις σημαντικότερες ανακαλύψεις της επιστήμης. Οι ιδιότητες αυτές αναλύονται στην συνέχεια.

#### 3.4.4.1 Μονοχρωματικότητα

Αν και μια φωτεινή πηγή δε δίνει απόλυτα μονοχρωματικό φως, τα laser δίνουν την καλύτερη δυνατή-υπαρκτή προσέγγιση προς το ιδανικό μονοχρωματικό φως. Αυτό οφείλεται σε δύο παράγοντες:

- 1) Μόνο ένα Η.Μ. κύμα (συχνότητας  $\nu = \frac{E_2 - E_1}{h}$ , όπου  $h$  σταθερά του Planck,  $E_1$  και  $E_2$  οι ενεργειακές στάθμες) μπορεί να ενισχυθεί.
- 2) Όπως αναφέρθηκε πιο πάνω το αντηχείο του laser δεν είναι τίποτα άλλο από έναν ταλαντωτή με μικρές απώλειες. Έτσι εάν θεωρήσουμε ότι ένα επίπεδο κύμα παλινδρομεί μεταξύ των κατόπτρων του, που απέχουν απόσταση  $L$  (m), παρατηρούμε ότι ένας πλήρης κύκλος θα συμπληρώνεται όταν ένα κύμα διατρέξει απόσταση  $2L$ . Άρα τα μήκη κύματος που θα συντονίζονται μέσα στο αντηχείο θα είναι αυτά που πληρούν τη σχέση:

$$L = q \left( \frac{\lambda}{2} \right) \text{ Όπου } q: \text{ο συντελεστής απόσβεσης, } \lambda: \text{το μήκος κύματος σε m.}$$

Άρα το σύστημα των δυο κατόπτρων σχηματίζει μια κοιλότητα συντονισμού και η ταλάντωση μπορεί να συμβεί μόνο στις συχνοτητες συντονισμού αυτής της κοιλότητας.

### 3.4.4.2 Κατευθυντικότητα

Κριτήριο για την κατευθυντικότητα της δέσμης laser είναι το άνοιγμα της που ορίζεται σαν το διπλάσιο της γωνίας, που σχηματίζει η εξωτερική ακτίνα της δέσμης, με την κεντρική ακτίνα και εκφράζεται συνήθως σε mRads. Για ένα κλασικό μικρό laser (π.χ. NdYAG), το άνοιγμα δέσμης του είναι 1mRad, που αντιστοιχεί σε αύξηση διαμέτρου της δέσμης laser κατά 1mm ανά m διαδρομής της ή αντίστοιχα κατά 1m ανά Km διαδρομής της. Μια συμβατική πηγή φωτός (π.χ. λάμπα πυράκτωσης) εκπέμπει ακτινοβολία σε όλες τις διευθύνσεις με ανόμοια χωρική κατανομή φωτοβολίας. Αντίθετα η ακτινοβολία ενός laser είναι αυστηρά περιορισμένη σε μια λεπτή δέσμη μικρής εγκάρσιας διατομής διαμέτρου D (mm<sup>2</sup>). Με αυτή την ιδιότητα είναι δυνατή η σκόπευση αντικειμένων σε μεγάλες αποστάσεις και με μεγάλη ακρίβεια.

### 3.4.4.3 Λαμπρότητα

Ορίζουμε τη λαμπρότητα μιας δεδομένης πηγής Η.Μ. κυμάτων σαν την ισχύ που εκπέμπει ανά μονάδα επιφάνειας και μονάδα στερεάς γωνίας. Τα laser είναι πηγές ακτινοβολίας μεγάλης λαμπρότητας. Αξίζει να σημειωθεί ότι η λαμπρότητα της δέσμης του εκπαιδευτικού laser He-Ne, που έχει ισχύ συνήθως 1mW, είναι τουλάχιστον 100 φορές μεγαλύτερη από την αντίστοιχη του ήλιου. Επίσης πιο εντυπωσιακά είναι τα αποτελέσματα για την φασματική λαμπρότητα ( $L_{\phi}$ ) που δίνεται από την σχέση:

$$L_{\phi} = \frac{L}{b}$$

Όπου b το εύρος φάσματος (300nm για το ήλιο, 0.2nm για το laser He-Ne)

$$L \text{ η λαμπρότητα (L laser He-Ne, L}_{\text{Ηλιου}}) \frac{L_{\text{He-Ne}}^{\phi}}{L_{\text{Ηλιου}}^{\phi}} \approx 2 * 10^5$$

### 3.4.4.4 Συμφωνία

Όταν το φως κάποιας πηγής είναι απόλυτα σύμφωνο ως προς τον χώρο και τον χρόνο, τότε υπάρχει απόλυτη συσχέτιση των μεταβολών του ηλεκτρικού πεδίου του

φωτεινού σήματος σε κάποιο σημείο του χώρου με τις αντίστοιχες μεταβολές του σήματος σε οποιοδήποτε άλλο σημείο του χώρου. Εάν οι μεταβολές αυτές έχουν μετρηθεί και στα δύο σημεία κάποια χρονική στιγμή, τότε με απόλυτη βεβαιότητα μπορούμε να πούμε ποια είναι κατάσταση του ηλεκτρικού πεδίου στο δεύτερο σημείο μετρώντας απλά το πεδίο στο πρώτο σημείο. Αυτό φαίνεται από τη μορφή που παίρνει το πλάτος του ηλεκτρικού πεδίου στις περιπτώσεις της πλήρους συμφωνίας. Μπορεί να αποδειχθεί ότι μόνο το μονοχρωματικό φως είναι απόλυτα σύμφωνο ως προς τον χώρο και τον χρόνο. Έτσι οι πηγές laser χαρακτηρίζονται από υψηλό βαθμό χωρικής και χρονικής συμφωνίας, σε αντίθεση με άλλες πηγές οπτικής ακτινοβολίας.

#### **3.4.4.5 Πόλωση**

Το φως των κλασικών πηγών (π.χ. λαμπτήρας πυρακτώσεως, φθορισμού κλπ.) δεν είναι συνήθως ολικά πολωμένο ή μερικά πολωμένο. Αντίθετα, πολλά laser παράγουν πολωμένο φως εξαιτίας είτε της φύσης τους είτε της γεωμετρίας του ενεργού υλικού τους είτε επειδή έχουν προστεθεί οπτικά πολωτικά στοιχεία στο οπτικό αντηχείο τους, όπως π.χ. πρίσματα, πλακίδια Brewster, φράγματα ανάκλασης κλπ.



## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 - Πληροφορίες συστήματος και δεδομένων**

### **4.1 Οπτικές ζεύξεις SONAbeam**

Οι οπτικές ζεύξεις που είναι εγκατεστημένες στα κτήρια του πανεπιστήμιο Αιγαίου στη περιοχή καρλοβάσιου είναι μοντέλα S-SONAbeam της εταιρίας fsona, ειδικά επιλεγμένα για την ταχύτητα που προσφέρουν , την απόσταση μεταξύ των δύο ζεύξεων που υποστηρίζουν , καθώς και από τις συνήθεις καιρικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή.

#### **4.1.1 Λογισμικό τελικού ελέγχου**

Κάθε τερματικό SONAbeam συνοδεύεται και από λογισμικό τελικού ελέγχου SONAbeam Terminal Controller (STC). Αυτό το πρόγραμμα, όταν εγκαθίσταται σε οποιονδήποτε υπολογιστή, επιτρέπει τον έλεγχο των λειτουργικών παραμέτρων, την ανάκτηση πληροφοριών επανόρθωσης καθώς επίσης και άλλες επιλογές για το τερματικό είτε είναι προσδιορισμένες από τον κατασκευαστή είτε θα προγραμματιστούν από τον χρήστη. Χρησιμοποιείτε σε αυτή την φάση για να παρέχεται η δυνατότητα επαλήθευσης των τελικών παραμέτρων λειτουργίας και για να επιτρέπεται η διαμόρφωση των τελικών επιλογών. Τέλος το λογισμικό είναι χρήσιμο για την τελική ευθυγράμμιση της εγκατάστασης του τερματικού SONAbeam..

#### **4.1.2 Σύνδεση του SONAbeam με τον υπολογιστή**

Η σύνδεση με τον υπολογιστή γίνεται μέσω COM1 θύρας και της σειριακής κονσόλας του τερματικού SONAbeam, που βρίσκεται στο κουτί διασύνδεσης, όπως φαίνεται στο Σχήμα 4.1. Το SONAbeam προσφέρει δύο διαφορετικούς τύπους συνδέσεων για αυτήν την διεπαφή. Έναν τυποποιημένο DB-9 (P2) και μια RJ45 θύρα (P3).

**Σχήμα 4.1:** Σύνδεση με υπολογιστή για ρύθμιση παραμέτρων μέσω κατάλληλου λογισμικού.

### 4.1.3 Τροφοδοσία του SONAbeam

Η τροφοδοσία της εγκατάστασης γίνεται με ηλεκτρικό ρεύμα μέσω διακόπτη και ελέγχεται με το λογισμικό τελικού ελέγχου. Επίσης ρυθμίζεται η ισχύς του Laser και γίνεται έλεγχος των διευθύνσεων του δικτύου.

**Σχήμα 4.2:** Διακόπτης για τροφοδοσία ρεύματος (αριστερά), λογισμικό τελικών ρυθμίσεων (δεξιά).

### 4.2 Χαρακτηριστικά γνωρίσματα του προγράμματος STC

Παραπάνω δόθηκαν πληροφορίες για τη χρήση του λογισμικού STC ως μέσο εγκατάστασης μιας νέας σύνδεσης ή ενός νέου τερματικού, στη συνέχεια δίνονται πλήρεις και εκτενείς πληροφορίες για όλα τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα και τη λειτουργία του προγράμματος STC.

Μπορούμε να αρχίσουμε το πρόγραμμα STC απευθείας από το εικονίδιο ξεκινήματος που έχει δημιουργηθεί στην επιφάνεια εργασίας του υπολογιστή ή από το Start → Programs, όπως έχει αναφερθεί ήδη στην παράγραφο “Έναρξη του προγράμματος STC” της υποενότητας «Εγκαθιστώντας ένα νέο τερματικό/σύνδεση SONAbeam».

Το κύριο παράθυρο του προγράμματος STC προσφέρει μια συλλογή πέντε ετικετών για να παρέχει τα περιεκτικά τελικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα παρακολούθησης και ελέγχου. Αυτές οι ετικέτες αναφέρονται και περιγράφονται στην συνέχεια.

1. Status : Συνοψίζει την βασική κατάσταση του τερματικού και κάποιες πληροφορίες προσδιορισμού.
2. Configuration : Διαχειρίζεται τις τρέχουσες λειτουργικές διαμορφώσεις για το σχετικό τερματικό SONAbeam.
3. Rx Power : Η δύναμη Rx επιδεικνύει την οπτική ισχύ που λαμβάνεται από το σχετικό τερματικό SONAbeam.
4. Diagnostics : Παρακολουθεί σε πραγματικό χρόνο τις λειτουργικές του σχετικού τερματικού SONAbeam.
5. Settings : Οι τοποθετήσεις διαχειρίζονται τις τρέχουσες διαμορφώσεις διασυνδέσεων για το σχετικό τερματικό SONAbeam.

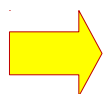
Τέλος αξίζει να σημειωθεί πως στο κύριο παράθυρο STC εμφανίζονται τρεις χρωματίζει που ο καθένας υποδηλώνει και μια διαφορετική κατάσταση του τερματικού. Εμφανίζεται το χρώμα πράσινο όταν όλα λειτουργούν σωστά, το amber όταν είναι όλα καλά την τρέχουσα χρονική στιγμή αλλά σε προηγούμενη έχει αναφερθεί κάποια κατάσταση συναγερμών και το κόκκινο όταν την τρέχουσα χρονική στιγμή πραγματοποιείτε μια κατάσταση συναγερμού.

#### **4.2.1 Συνδέοντας το STC σε ένα τερματικό SONAbeam**

Το STC μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να επιτηρήσει και να ελέγξει πολλά τερματικά SONAbeam - ένα τερματικό τη φορά – επιτρέποντας την διευκρίνιση οποιοδήποτε τερματικό με το οποίο υπάρχει κατάλληλη συνδεσιμότητα. Για να διευκρινίσουμε ένα τερματικό, επιλέγουμε μια από τις συνδέσεις που εμφανίζονται στον κατάλογο.

#### **4.2.2 Διαμόρφωση του καταλόγου με τα τερματικά**

Αρχικά επιλέγεται το κουμπί Manage για να ανοίξει η καρτέλα με την λίστα των τερματικών, Σχήμα 4.3, ώστε να διαμορφωθεί ένας κατάλογος τερματικών στον οποίο πρέπει να συνδεθεί το STC.



**Σχήμα 4.3:** Εμφάνιση των παραθύρων με την λίστα των τερματικών.

Για να προστεθεί μια τμηματική σύνδεση στον κατάλογο, επιλέγεται η εφαρμόσιμη τμηματική θύρα από τη λίστα με τις τμηματικές συνδέσεις που απαριθμούνται και στην συνέχεια επιλέγεται το Add ώστε να προστεθεί στον κατάλογο. Για να προστεθεί μια

σύνδεση δικτύων στον κατάλογο, εισάγεται η διεύθυνση IP που ορίζεται στο τερματικό και στην συνέχεια επιλέγεται το Add ώστε να προστεθεί στον κατάλογο η διευκρινισμένη IP. Για να διαγραφεί μια απαριθμημένη τελική σύνδεση, πρέπει να επιλεγεί από τον κατάλογο και επιλεγεί Delete. Τέλος επιλέγεται OK για να σωθούν οι ενημερώσεις στον κατάλογο με τα επιλεγμένα τερματικά SONAbeam.

#### 4.2.3 Πληροφορίες και κατάσταση του τερματικού

Η ετικέτα κατάστασης (Status), Σχήμα 4.3, προσφέρει μια πρώτη ματιά αξιολόγησης της λειτουργικής θέσης ενός επιλεγμένου τερματικού SONAbeam μαζί με τον προσδιορισμό των πληροφοριών του τερματικού. Αυτή η οθόνη υποστηρίζει επίσης τα ακόλουθα χαρακτηριστικά γνωρίσματα χρηστών:

- Πρόσβαση στα εσωτερικά αρχεία ημερολογίου του τερματικού.
- Έναρξη συνεχών αρχείων ημερολογίου σε έναν υπολογιστή υπηρεσίας (host computer).
- Αναβάθμιση του σταθερολογισμικού (firmware) σε ένα πρόωρο μοντέλο τερματικού SONAbeam που τρέχει νόμιμο σταθερολογισμικό v1 (firmware).

Το πλαίσιο κατάστασης του συστήματος εκθέτει τα εξής:

- Fiber Input Detect: Αναφέρει την κατάσταση του σήματος στη διεπαφή οπτικών ινών TX του τερματικού.
- System Status: Αναφέρει το συνδυασμό της κατάστασης των δεδομένων σήματος κλειδώματος (RX) οπτικών ελευθέρου χώρου (FSO) και τα δεδομένα σήματος κλειδώματος οπτικών ινών (RX).
- Temperature Status: Αναφέρει τον συνδυασμό της θερμοκρασίας MEB (Main Electronics Board), της εσωτερικής περιβαλλοντικής θερμοκρασίας του τερματικού και της εσωτερικής θερμοκρασίας του τερματικού.
- Comm Connection: Η σύνδεση Comm εκθέτει την κατάσταση της σύνδεσης μεταξύ του STC και των επιλεγμένων τερματικών.
- Power Supply Status: Αναφέρει κάθε τάση παροχής ηλεκτρικού ρεύματος, ρεύμα ή θερμοκρασία παροχής ηλεκτρικού ρεύματος πέρα από τα καθορισμένα όρια.

- Transmitter Status : Αναφέρει κάθε λειτουργία μετάδοσης συσκευών αποστολής σημάτων (διαμόρφωση, προκατάληψη και θερμοκρασία) πέρα από τα καθορισμένα όρια.
- Receive Power : Η αξία που εκτίθεται αναφέρει την υπολογισμένη ισχύ που λαμβάνεται οπτικά, σε πραγματικό χρόνο, ενώ το χρώμα υποβάθρου εκθέτει τη χαμηλή κατάσταση συναγερωμών δύναμης Rx.

Η ετικέτα κατάστασης περιλαμβάνει πρόσθετα ένα διάγραμμα δύναμης Rx που παρουσιάζει την οπτική ισχύ των δεκτών του τερματικού, Σχήμα 4.4. Βοηθά να απεικονιστεί η τρέχουσα δύναμη Rx του τερματικού σε σχέση με τις πρόσφατες διακυμάνσεις. Υποστηρίζονται τρεις δυνατές επιλογές. Σύμφωνα με αυτές γίνονται:

- Αναγνώσεις της δύναμης Rx κάθε δευτερόλεπτο για το τελευταίο λεπτό.
- Αναγνώσεις της δύναμης Rx κάθε λεπτό κατά τη διάρκεια της τελευταίας ώρας.
- Αναγνώσεις της δύναμης Rx κάθε 15 λεπτά κατά τη διάρκεια των τελευταίων 15 ωρών.

#### Σχήμα 4.4: Διάγραμμα δύναμης Rx.

Τα παράθυρο με τις πληροφορίες του τερματικού δίνει τις πληροφορίες προσδιορισμού του τερματικού που αποθηκεύονται από αυτό συν τον χρόνο – ημέρα του τερματικού όπως και την διαθεσιμότητα του:

- Available: εκθέτει τη συσσωρευτική διάρκεια, σε δευτερόλεπτα, που το σύστημα διατηρεί το κλείδωμα των στοιχείων και στην οπτική ίνα και στις διεπαφές οπτικών ελευθέρου χώρου (FSO).
- Unavailable: αναφέρει τη συσσωρευτική διάρκεια, σε δευτερόλεπτα, όπου το σύστημα εκθέτει την απώλεια των κλειδωμένων στοιχείων είτε στην οπτική ίνα είτε στις διεπαφές οπτικών ελευθέρου χώρου (FSO).

### 4.3 Πρόσβαση στα αρχεία ημερολογίου

Κάθε τερματικό SONAbeam που τρέχει σταθερό λογισμικό (firmware) v3.2.0 ή διατηρεί αργότερα εσωτερικά αρχεία ημερολογίου αναγράφει επιλεγμένες λειτουργικές παραμέτρους των τερματικών, γεγονότα συναγερωμών των τερματικών, γεγονότα αλλαγής διαμόρφωσης των τερματικών και αιτήματα σύνδεσης FTP. Το STC παρέχει την πρόσβαση σε αυτά τα αρχεία με τη μεταφόρτωση των επιλεγμένων αρχείων ημερολογίου του τερματικού στον υπολογιστή μας, όπου τα αρχεία μπορούν στη συνέχεια να ανοίξουν ή/και να εξαχθούν σε άλλες εφαρμογές. Ο έλεγχος προσαρμοστικής ισχύος του τερματικού (APC) αναστέλλεται προσωρινά ενώ ένα αρχείο ημερολογίου μεταφορτώνεται.

Κάθε τερματικό SONAbeam διαχειρίζεται τα ακόλουθα δύο εσωτερικά αρχεία ημερολογίου:

- Γεγονότα (EVENTS): το αρχείο ημερολογίου γεγονότων καταγράφει τις αλλαγές διαμόρφωσης του τερματικού και τα γεγονότα συναγερωμού στο τερματικό.
- Δεδομένα (DATA): τρία χωριστά αρχεία ημερολογίου χρησιμοποιούνται για να αναφέρουν τις προκαθορισμένες εσωτερικές λειτουργικές παραμέτρους του τερματικού, σε διαστήματα των 30 λεπτών, για μια περίοδο πριν από και μετά από την εγκατάσταση ενός γεγονότος συναγερωμού. Οι καταχωρήσεις των αρχείων ημερολογίου συμπεριλαμβάνονται επίσης για την επανεκκίνηση του τερματικού όπως και για την αύξηση της δύναμής του.

Κάθε αρχείο ημερολογίου καταλαμβάνει ένα ορισμένο ποσοστό χώρου στο δίσκο (200 KB για τα αρχεία γεγονότων και 500 KB για κάθε αρχείο στοιχείων). Όταν το αρχείο γεγονότων αυξάνεται στο μέγιστο μέγεθός του, το τερματικό θα διαγράψει αυτόματα προηγούμενες καταχωρήσεις προκειμένου να εξασφαλιστεί ένα άφθονο διάστημα για τα νέα αρχεία. Αρχικά, τα αρχεία στοιχείων καταγράφονται σε ένα ονομασμένο αρχείο Data1. Όταν αυτό το αρχείο φθάνει στο μέγιστο μέγεθος, μετονομάζεται σε Data2 και ένα νέο αρχείο Data1 είναι δημιουργημένο για να καταγράψει την τρέχουσα δραστηριότητα των αρχείων αυτών. Όμοια, όταν αυτό το αρχείο γεμίζει, το Data2 μετονομάζεται σε Data3. Το Data1 μετονομάζεται πάλι σε Data2 και ένα νέο αρχείο Data1 αρχίζει να καταγράφει την τρέχουσα δραστηριότητα των logs.

Στη συνέχεια, όποτε το τρέχον αρχείο Data1 γεμίζει, (το παλαιότερο log) Data3 διαγράφεται, το Data2 μετονομάζεται σε Data3, το Data1 μετονομάζεται σε Data2 και ένα νέο αρχείο Data1 άρχισε να καταγράφει την τρέχουσα δραστηριότητα των αρχείων ημερολογίου.

#### **4.3.1 Μεταφόρτωση των αρχείων ημερολογίου του τερματικού**

Επιλέγεται το κουμπί Access Internal Logs για να ανοίξει η καρτέλα Retrieve Logs, όπως παρουσιάζεται στο Σχήμα 4.5. Χρησιμοποιείται η καρτέλα Retrieve Logs για να μεταφορτωθούν, να απεικονισθούν και να διαχειριστούν, από το χρήστη, τα αρχεία ημερολογίου του τερματικού SONAbeam.

**Σχήμα 4.5:** Ανάκτηση των αρχείων του ημερολογίου του τερματικού SONAbeam.

Ανάλογα με τον τύπο σύνδεσης, οι επόμενες οθόνες μπορούν να εμφανιστούν διαφορετικές ανάλογα με τον τρόπο με τον οποίο τα αρχεία προσεγγίζονται. Το FTP είναι η συνιστώμενη μέθοδος προσπέλασης λόγω της ταχύτητας της σύνδεσης. Με μια ανοικτή σύνδεση IP, η σειριακή πρόσβαση των αρχείων δεν επιτρέπεται.

Η καρτέλα Retrieve Logs παρέχει έναν DOS κατάλογο λίστας των αρχείων ημερολογίου που κατέχει αυτήν την περίοδο το τερματικό που συνδέεται με το STC. Απλά επιλέγουμε ένα απαριθμημένο αρχείο, και επιλέγεται το Get.

Στις σειριακές συνδέσεις, το STC θα συμβουλεύει το χρήστη για το πόσο χρόνο αναμένεται να πάρει για να μεταφορτωθεί η λειτουργία και να ζητηθεί επιβεβαίωση της πρόθεσής του για να μεταφορτωθεί το αρχείο, Σχήμα 4.6.

**Σχήμα 4.6:** Εμφάνιση προόδου μεταφόρτωσης αρχείου.

Στις σειριακές συνδέσεις, εάν εγκατασταθεί το STC στη θέση προορισμού προεπιλογής του, το STC θα αντιγράψει όλα τα ανακτημένα τελικά αρχεία ημερολογίου στο φάκελο: C:\Program Files\fSONA\STCV3\logs. Εάν το STC εγκαταστάθηκε σε μια διαφορετική θέση, το STC θα δημιουργήσει έναν φάκελο ...logs μέσα στον οριζόμενο



φάκελο εγκατάστασης για να κρατήσει οποιαδήποτε ανακτημένα αρχεία ημερολογίου. Το Σχήμα 4.7 επεξηγεί ένα τυπικό περιεχόμενο των φακέλων ...STC\logs μετά από αρκετές μεταφορτώσεις:

**Σχήμα 4.7:** Χαρακτηριστικοί φάκελοι STC logs.

#### **4.4Μετεωρολογικός σταθμός**

Ο μετεωρολογικός σταθμός, ο οποίος είναι επίσης εγκαταστημένος σε κτήριο του πανεπιστημίου Αιγαίου, εικόνα 4.1 το εικονίδιο δίπλα από την οπτική ζεύξη με αριθμό 8 συμβολίζει τον μετεωρολογικό σταθμό. Ο σταθμός είναι της εταιρίας Davis, μοντέλο Vantage Pro 2 με κλωβό προστασίας και ανεμιστηρά ανανέωσης του αέρα μέσα στον κλωβό για την ακριβέστερη μέτρηση θερμοκρασίας. Περιλαμβάνει κονσόλα/δέκτη, και ολοκληρωμένη μονάδα αισθητήρων. Οι συμπεριλαμβανόμενοι αισθητήρες της εξωτερικής μονάδας είναι: βροχόμετρο, αισθητήρας για την ηλιακή ακτινοβολία, αισθητήρας θερμοκρασίας και υγρασίας και ανεμόμετρο με 12 μέτρα καλώδιο. Ένα μικρό φωτοβολταϊκό φορτίζει μία μικρή μπαταρία των 3Volt για την αυτόνομη τροφοδοσία της μονάδας. Οι αισθητήρες θερμοκρασίας και υγρασίας είναι μέσα στο κλωβό προστασίας. Η κονσόλα μπορεί να τροφοδοτηθεί χρησιμοποιώντας τον συμπεριλαμβανόμενο 220 volt τροφοδοτικό ή με τρεις C μπαταρίες. Η ασύρματη επικοινωνία της εξωτερικής μονάδας αισθητήρων με την κονσόλα μπορεί να φθάσει τα 300 μέτρα.

**Σχήμα 4.8:** Οδηγός σύνδεσης κονσόλας του μετεωρολογικού σταθμού διαμέσου usb θύρας με υπολογιστή.

Η σύνδεση της κονσόλας του σταθμού με έναν υπολογιστή γίνεται μέσω της θύρας usb του υπολογιστή. Χρησιμοποιώντας το λογισμικό WeatherLink στον υπολογιστή που είναι συνδεδεμένος ο σταθμός στέλνονται τα καταγεγραμμένα δεδομένα στο Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, το οποίο τα αναρτά στην ιστοσελίδα του (<http://penteli.meteo.gr/stations/samos/>).

**Σχήμα 4.9:** Στιγμιότυπο εκτέλεσης του προγράμματος Weather Link

#### 4.5 Τοπολογία Οπτικών ζεύξεων και μετεωρολογικού σταθμού

Το Πανεπιστήμιο Αιγαίου έχει εγκαταστήσει, κατόπιν όλων των απαραίτητων διαδικασιών και μελετών συνολικά 8 πομποδέκτες ασύρματης επικοινωνίας της εταιρείας SONAbeam (σύστημα Laser). Κάθε τερματικό είναι εγκατεστημένο σε κτήριο του Πανεπιστημίου Αιγαίου στο Καρλόβασι της Σάμου δημιουργώντας ένα δίκτυο υψηλών ταχυτήτων , εξυπηρετώντας της ανάγκες του Πανεπιστημίου για συνδεσιμότητα μεταξύ των διάσπαρτων κτηρίων του , επιτρέποντας γρήγορη μεταφορά δεδομένων, αλλά και υπηρεσίες τηλεφωνίας. Κάθε Laser έχει κωδικοποιηθεί και ονομασθεί για να διευκολύνονται οι ερευνητικές μελέτες από όλα τα ακαδημαϊκά μέλη που δραστηριοποιούνται σε αυτήν την εγκατάσταση. Οι αριθμοί που σημειώνονται στο παραπάνω Σχήμα 4.10 αντιστοιχούν στην πρώτη στήλη του παρακάτω Πίνακα 4.1 στον οποίο δίνονται όλες οι απαραίτητες πληροφορίες σχετικά με την γεωγραφική θέση και ονομασία της κάθε οπτικής κεφαλής Laser της SONAbeam. Στον Πίνακα 4.2 δίνονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά των οπτικών ζεύξεων όπως αυτά έχουν δοθεί από τον κατασκευαστή καθώς και η στάθμη της ισχύος όπως έχει ρυθμιστή από τους αρμόδιους υπεύθυνους διαχειριστές του συστήματος

Παράλληλα σε κτήριο του Πανεπιστημίου Αιγαίου έχει εγκατασταθεί και λειτουργεί μετεωρολογικός σταθμός. Κυρίως για τις ανάγκες σε περιβαλλοντολογική μελέτη και έρευνα , αλλά και για την ανάγκη συσχέτισης της πτώσης ισχύος RX των οπτικών ζεύξεων με την καταγεγραμμένη βροχόπτωση από τον μετεωρολογικό σταθμό, ο οποίος επίσης σημειώνετε στο παραπάνω Σχήμα 4.10

**Σχήμα 4.10:** Γεωγραφική απεικόνιση των πομποδεκτών που έχουν εγκατασταθεί στο Καρλόβασι Σάμου, και του μετεωρολογικού σταθμού.

**Πίνακας 4.1:** Πληροφορίες σχετικά με την γεωγραφική θέση και ονομασία της κάθε οπτικής κεφαλής .

ΑΡΙΘΜΗΣΗ	ΓΕΝΙΚΟ ΟΝΟΜΑ	ΟΝΟΜΑΣΙΑ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΜΗΚΟΣ
1	link1	limperis_ gogorosi	limperis_ gogorosi	377.960.000	267.049.000

2	link2	gogorosi_ limperis	gogorosi_ limperis	377.979.000	267.028.000
3	link3	library_ igemone	library_ igemoneio	377.920.000	267.033.000
4	link4	igemoneio	igemoneio	377.903.000	267.052.000
5	link5	libra igemoneio _empor	library igemoneio _	377.903.000	267.052.000
6	link6	emporiki_ igemone	emporiki_ igemoneio	377.948.000	267.064.000
7	link7	igemoneio _spiridoni	igemoneio _	377.903.000	267.052.000
8	link8	spiridoni_ igemoneio	spiridoni_ igemoneio	377.937.000	266.985.000
9	Meteo	weather station	weather station	377.937.000	266.987.000

**Πίνακας 4.2:** Τεχνικά χαρακτηριστικά των πομποδεκτών και η ρυθμιζόμενη στάθμη ισχύος.

Σύνδεση	Ρυθμός μετάδοσης δεδομένων (Mbps)	Μήκος κύματος (Hz)	Ρυθμιζόμενο επίπεδο Στάθμης ισχύος (Power Level)	Ενδεικνυόμενη στάθμη ισχύος στην κονσόλα του συστήματος (System Control)	Αντοχή σε ταχύτητα αέρα (km/h)	Χρόνος ζωής (έτη)
1---2	31-180	$19 \cdot 10^{13}$	Custom	5	120-160	15
3---4	31-180	$19 \cdot 10^{13}$	Custom	7	120-160	15
5---6	31-180	$19 \cdot 10^{13}$	Custom	7	120-160	15
7---8	31-180	$19 \cdot 10^{13}$	13	7	120-160	15

#### 4.6 Τύποι δεδομένων

Τα δεδομένα που αποθηκεύονται στις ημερολογιακές έγγραφες των οπτικών ζεύξεων περιέχουν πληροφορίες για την Ημέρα και την Ώρα κάθε εγγραφής πληροφορίες για την ισχύ εκπομπής, αλλά και διάφορα άλλα δεδομένα όπως φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα

**Πίνακας 4.3:** Κατηγορίες δεδομένων οπτικών ζεύξεων και οι ιδιότητες τους.

Date	Time	rx_power	AS	UAS	laser_power12	laser_bias1 2	laser_mod12
date	time	double(7,1)	int(7)	int(4)	int(3)	double(7,1)	double(7,1)
laser_temp12	laser_power6	laser_bias6	laser_mod6	laser_temp6	Voltage_p5v		
double(6,1)	int(3)	double(7,1)	double(7,1)	double(6,1)	double(6,2)		
Voltage_p12v	current_p12v	voltage_n12v	current_n12v	voltage_p3v3	current_p3v3		
double(6,2)	double(6,2)	double(8,3)	double(8,3)	double(8,2)	double(8,2)		
temp_interna 1	temp_casting	temp_meb	humidity	fiber_input_detect	fso_lock		



UV_Index	UV_dose	hi_UV	heat_dd	cool_dd	in_temp	in_hum
double(9,2)	double(9,2)	double(9,2)	double(9,2)	double(9,2)	double(9,2)	double(9,2)

in_dew	in_heat	wind_samp	wind_tx	iss_recept	arc_int
double(9,2)	double(9,2)	double(9,2)	double(9,2)	double(9,2)	int(5)

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 - Τεχνολογίες που χρησιμοποιήθηκαν

### 5.1 Linux

Η ονομασία Linux, είναι ένας γενικός όρος αναφοράς σε λειτουργικά συστήματα που βασίζονται στον πυρήνα Linux. Η αρχιτεκτονική του Linux είναι παρόμοια με αυτή του λειτουργικού Unix αλλά έχει αναπτυχθεί εκ του μηδενός και δεν περιλαμβάνει κώδικα από το Unix. Η ανάπτυξη του Linux είναι χαρακτηριστικό παράδειγμα εθελοντικής συνεργασίας από διαδικτυακές κοινότητες, ενώ όλο το έργο είναι ανοικτού κώδικα και ελεύθερα προσβάσιμο από όλους για αντιγραφή, τροποποίηση ή αναδιανομή χωρίς περιορισμό. Το Linux είναι διαθέσιμο υπό άδειες όπως η GNU General Public License.

Το Linux μπορεί να εγκατασταθεί και να λειτουργήσει σε μεγάλη ποικιλία υπολογιστικών συστημάτων, από μικρές συσκευές όπως κινητά τηλέφωνα μέχρι μεγάλα υπολογιστικά συστήματα και υπερυπολογιστές. Χρησιμοποιείται κατά κόρον σε διακομιστές, αφού η καταγεγραμμένη χρήση Linux σε διακομιστές για το 2008 ανέρχεται σε 60% του συνόλου της αγοράς. Οι περισσότεροι προσωπικοί υπολογιστές όμως, λειτουργούν με Mac OS X ή Microsoft Windows, καθώς το αντίστοιχο ποσοστό του

Linux είναι μόλις 1-2%. Τα τελευταία χρόνια πάντως παρατηρείται άνοδος του Linux και σε προσωπικούς υπολογιστές, χάρη στη δημοφιλή διανομή Ubuntu αλλά και τις περισσότερες λειτουργίες που προσφέρει σε συστήματα με περιορισμένες δυνατότητες όπως τα netbook.

Το Linux κυκλοφορεί σε διανομές Linux, δηλαδή ο πυρήνας σε συνδυασμό με συνοδευτικά προγράμματα, όπως βιβλιοθήκες, εργαλεία συστήματος, παραθυρικό περιβάλλον εργασίας και πολλές άλλες εφαρμογές που απαιτούνται για την εύρυθμη λειτουργία ενός υπολογιστή. Σχεδόν όλες οι διανομές περιλαμβάνουν το πρόγραμμα περιήγησης Mozilla Firefox και τη σουίτα εφαρμογών γραφείου OpenOffice.org. Χαρακτηριστικό των διανομών είναι η μεγάλη δυνατότητα παραμετροποίησης και επιλογής που προσφέρουν καθώς κάθε μια απευθύνεται σε διαφορετικό τύπο χρηστών. Ανάλογα με την φιλοσοφία που ακολουθεί κάθε διανομή μπορεί να δίνει μεγαλύτερη βάση στη φιλικότητα προς τον χρήστη, στις εφαρμογές πολυμέσων, την ευκολία παραμετροποίησης κ.α.

Δημιουργός του πυρήνα Linux είναι ο Linus Torvalds, από το όνομα του οποίου προήλθε και η ονομασία Linux. Ο Torvalds άρχισε να αναπτύσσει έναν πυρήνα το 1991 εμπνευσμένος από το λειτουργικό MINIX και χρησιμοποιώντας πολλά προγράμματα και βιβλιοθήκες από το GNU του Richard Stallman. Πάνω στον αρχικό πυρήνα του Torvalds έχουν εργαστεί χιλιάδες χρήστες αλλά και εταιρείες. Λόγω των στενότερων σχέσεων μεταξύ Linux και GNU, πολλές φορές το σύστημα αυτό αναφέρεται ως GNU/Linux, ονομασία που είναι πιο ακριβής και την προτιμά και το Ίδρυμα Ελεύθερου Λογισμικού.

Το λειτουργικό σύστημα Linux μεταξύ άλλων περιλαμβάνει και βιβλιοθήκες, μεταγλωττιστές, επεξεργαστές κειμένου, κέλυφος καθώς και παραθυρικό περιβάλλον. Ενώ καταφέρνει να μας προσφέρει και αυξημένες δικλίδες ασφαλείας, καθώς και έναν μεγάλο αριθμό εργαλείων απαραίτητων για την ανάπτυξη του συστήματός μας, με πολύ χαμηλό κόστος.

**Σχήμα 5.1:** Στιγμιότυπο εκτέλεσης του λειτουργικού συστήματος Suse Linux

## 5.2 Shell Script

Απο το Linux δεν θα μπορούσε να απουσιάζει και η γραμμή εντολών, ένα περιβάλλον χρήστη βασισμένο σε γραμμές από εντολές που πληκτρολογεί ο χρήστης. Υπεύθυνο για τη διερμηνεία των εντολών αυτών είναι το κέλυφος (shell) ή αλλιώς φλοιός. Το προκαθορισμένο κέλυφος του Linux και αυτό με το οποίο θα ασχοληθούμε παρακάτω είναι το bash. Παρόλα αυτά υπάρχουν και άλλα κελύφη με διαφορετικές δυνατότητες από το bash, όπως το csh, το tcsh και το ksh.

Εκτός από την απευθείας ανάγνωση και εκτέλεση από την γραμμή εντολών, το κέλυφος μπορεί να διαβάσει και εντολές από αρχεία τα οποία ονομάζουμε shell scripts (σενάρια φλοιού). Με τα shell scripts μπορούμε να ελέγξουμε και να αυτοματοποιήσουμε σχεδόν τα πάντα!

Η πρώτη γραμμή του shell script θα πρέπει να είναι η «#!/bin/bash» (όπου «/bin/bash» βάζουμε την διαδρομή του εκτελέσιμου αρχείου του κελύφους που θα διερμηνεύσει τον κώδικα). Τα shell script εκτός από άλλα shell script και προγράμματα που εκτελούνται από τη γραμμή εντολών μπορούν να περιέχουν μεταβλητές, δομές όπως if, case, while, for, until, συναρτήσεις και σχόλια.

Μεταβλητές μπορούμε να ορίζουμε χρησιμοποιώντας απευθείας εκχώρηση ή χρησιμοποιώντας την εντολή read ή αντικαθιστώντας την έξοδο μιας εντολής (χρήση ` ` ή περικλείοντας την εντολή σε \$( ), ή χρησιμοποιώντας command-line parameters. Η ανάγνωση και χρήση των τιμών των μεταβλητών γίνεται για τις πρώτες τρεις περιπτώσεις βάζοντας μπροστά από την μεταβλητή το \$ (δολάριο),. Για την τέταρτη περίπτωση γίνεται χρησιμοποιώντας τις ειδικές μεταβλητές \$1,\$2,...\$9.

Οι λογικές δομές είναι αυτές που χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις που πρέπει να ακολουθηθούν διαφορετικές πορείες ενεργειών σε ένα shell script, ανάλογα με την επιτυχία ή την αποτυχία μιας εντολής και τις διαφορετικές επιλογές του χρήστη. Η δόμηση των εντολών if και case επιτρέπουν να προσδιορισθούν τέτοιες καταστάσεις σε ένα shell script.



Οι δομές επανάληψης επιτρέπουν τον ορισμό μιας λίστας τιμών. Για κάθε μια τις από τις τιμές αυτές της λίστας, εκτελείται ένα σύνολο από εντολές. Οι εντολές που υπάρχουν για την δημιουργία δομών επανάληψης σε shell script είναι η while, η for και η until.

Οι συναρτήσεις είναι ένας τρόπος να ομαδοποιήσουμε εντολές προς εκτέλεση και να τις καλούμε με ένα μόνο όνομα από το shell script.

Τα σχόλια είναι γραμμές που βοηθούν απλά τον αναγνώστη του shell script να τον κατανοήσει καλύτερα. Τα σχόλια ξεκινούν πάντα με το χαρακτήρα # (δίεση) και τελειώνουν μέχρι να αλλάξει η γραμμή, ενώ αγνοούνται τελείως από το φλοιό.

Παρόλο που τα Shell Scripts από μόνα τους είναι ένα απίστευτο εργαλείο στα χέρια ενός μηχανικού, χωρίς ένα άλλο πρόγραμμα που περιλαμβάνετε στο Linux , το γνωστό Cron, το πρόγραμμα που επιτρέπει την εκτέλεση εντολών αυτόματα σε μια προκαθορισμένη ώρα/ημέρα, και το οποίο μπορεί να εκτελέσει και shell scripts σε προκαθορισμένες χρονικές στιγμές, διευκολύνοντας μας στην υλοποίηση του συστήματος.

### **5.3 Εξυπηρετητής του παγκόσμιου ιστού**

Ο Apache HTTP γνωστός και απλά σαν Apache είναι ένας εξυπηρετητής του παγκόσμιου ιστού (web). Όποτε ένας χρήστης επισκέπτεται ένα ιστότοπο το πρόγραμμα πλοήγησης (browser) επικοινωνεί με έναν διακομιστή (server) μέσω του πρωτοκόλλου HTTP, ο οποίος παράγει τις ιστοσελίδες και τις αποστέλλει στο πρόγραμμα πλοήγησης. Ο Apache είναι ένας από τους δημοφιλέστερους, εν μέρει γιατί λειτουργεί σε διάφορες πλατφόρμες όπως τα Windows, το Linux, το Unix και το Mac OS X. Συντηρείται τώρα από μια κοινότητα ανοικτού κώδικα με επιτήρηση από το Ίδρυμα Λογισμικού Apache (Apache Software Foundation).

Ο Apache χρησιμοποιείται και σε τοπικά δίκτυα σαν διακομιστής συνεργαζόμενος με συστήματα διαχείρισης Βάσης Δεδομένων π.χ. Oracle, MySQL.

Η πρώτη του έκδοση, γνωστή ως NCSA HTTPd, δημιουργήθηκε από τον Robert McCool και κυκλοφόρησε το 1993. Θεωρείται ότι έπαιξε σημαντικό ρόλο στην αρχική επέκταση του παγκόσμιου ιστού. Ήταν η πρώτη βιώσιμη εναλλακτική επιλογή που παρουσιάστηκε απέναντι στον εξυπηρετητή http της εταιρείας Netscape και από τότε έχει εξελιχθεί στο σημείο να ανταγωνίζεται άλλους εξυπηρετητές βασισμένους στο Unix σε λειτουργικότητα και απόδοση. Από το 1996 ήταν από τους πιο δημοφιλείς όμως από τον Μάρτιο του 2006 έχει μειωθεί το ποσοστό της εγκατάστασής του κυρίως από τον Microsoft Internet Information Services και την πλατφόρμα .NET . Τον Οκτώβριο του 2007 το μερίδιο του ήταν 47.73% από όλους τους ιστοτόπους.

## **5.4 Η γλώσσα προγραμματισμού PHP**

Η PHP είναι μια γλώσσα προγραμματισμού για τη δημιουργία σελίδων web με δυναμικό περιεχόμενο. Μια σελίδα PHP περνά από επεξεργασία από ένα συμβατό διακομιστή του Παγκόσμιου Ιστού (π.χ. Apache), ώστε να παραχθεί σε πραγματικό χρόνο το τελικό περιεχόμενο, που θα σταλεί στο πρόγραμμα περιήγησης των επισκεπτών σε μορφή κώδικα HTML.

Ένα αρχείο με κώδικα PHP θα πρέπει να έχει την κατάλληλη επέκταση (π.χ. \*.php, \*.php4, \*.phtml κ.ά.). Η ενσωμάτωση κώδικα σε ένα αρχείο επέκτασης .html δεν θα λειτουργήσει και θα εμφανίσει στον browser τον κώδικα χωρίς καμία επεξεργασία, εκτός αν έχει γίνει η κατάλληλη ρύθμιση στα MIME types του server. Επίσης ακόμη κι όταν ένα αρχείο έχει την επέκταση .php, θα πρέπει ο server να είναι ρυθμισμένος για να επεξεργάζεται κώδικα PHP. Ο διακομιστής Apache, που χρησιμοποιείται σήμερα ευρέως σε συστήματα με τα λειτουργικά συστήματα Linux και Microsoft Windows, υποστηρίζει εξ ορισμού την εκτέλεση κώδικα PHP.

Η ιστορία της PHP ξεκινά από το 1995, όταν ένας φοιτητής, ο Rasmus Lerdorf δημιούργησε χρησιμοποιώντας τη γλώσσα προγραμματισμού Perl ένα απλό script με όνομα php.cgi, για προσωπική χρήση. Το script αυτό είχε σαν σκοπό να διατηρεί μια λίστα στατιστικών για τα άτομα που έβλεπαν το online βιογραφικό του σημείωμα. Αργότερα αυτό το script το διέθεσε και σε φίλους του, οι οποίοι άρχισαν να του ζητούν να προσθέσει περισσότερες δυνατότητες. Η γλώσσα τότε ονομαζόταν PHP/FI από τα

αρχικά Personal Home Page/Form Interpreter. Το 1997 η PHP/FI έφθασε στην έκδοση 2.0, βασιζόμενη αυτή τη φορά στη γλώσσα C και αριθμώντας περισσότερους από 50.000 ιστότοπους που τη χρησιμοποιούσαν, ενώ αργότερα την ίδια χρονιά οι Andi Gutmans και Zeev Suraski ξαναέγραψαν τη γλώσσα από την αρχή, βασιζόμενοι όμως αρκετά στην PHP/FI 2.0. Έτσι η PHP έφθασε στην έκδοση 3.0 η οποία θύμιζε περισσότερο τη σημερινή μορφή της. Στη συνέχεια, οι Zeev και Andi δημιούργησαν την εταιρεία Zend (από τα αρχικά των ονομάτων τους), η οποία συνεχίζει μέχρι και σήμερα την ανάπτυξη και εξέλιξη της γλώσσας PHP. Ακολούθησε το 1998 η έκδοση 4 της PHP, τον Ιούλιο του 2004 διατέθηκε η έκδοση 5, ενώ αυτή τη στιγμή έχουν ήδη διατεθεί και οι πρώτες δοκιμαστικές εκδόσεις της επερχόμενης PHP 6, για οποιονδήποτε προγραμματιστή θέλει να τη χρησιμοποιήσει. Οι περισσότεροι ιστότοποι επί του παρόντος χρησιμοποιούν κυρίως τις εκδόσεις 4 και 5 της PHP.

Ακολουθεί μια λεπτομερής περιγραφή των πλεονεκτημάτων της.

- Απόδοση

Η PHP είναι πολύ αποτελεσματική. Με ένα φθινό διακομιστή, μπορεί να εξυπηρετήσει εκατομμύρια πελατών καθημερινά. Οι δοκιμές που δημοσιεύτηκαν από την Zend Technologies δείχνουν ότι η PHP ξεπερνά τους ανταγωνιστές τις σε απόδοση.

- Ολοκλήρωση με Βάσεις Δεδομένων

Η PHP έχει δικές τις συνδέσεις με πολλά συστήματα βάσεων δεδομένων. Εκτός από τη MySQL, μπορεί να συνδεθεί κατ' ευθείαν με τις βάσεις δεδομένων PostgreSQL, mSQL, Oracle, dbm, filePro, Hyperwave, Informix, InterBase και Sybase, μεταξύ άλλων. Διαθέτει επιπλέον μια ενσωματωμένη SQL διασύνδεση ή οποία ονομάζεται SQLite. Χρησιμοποιώντας το Open Database Connectivity Standard (ODBC), μπορούμε να συνδεθούμε σε οποιαδήποτε βάση δεδομένων παρέχει ένα πρόγραμμα οδήγησης ODBC, για παράδειγμα προϊόντα της Microsoft.

- Ενσωματωμένες Βιβλιοθήκες

Επειδή η PHP σχεδιάστηκε για να χρησιμοποιείται στο διαδίκτυο, έχει πολλές ενσωματωμένες βιβλιοθήκες που εκτελούν πολλές χρήσιμες λειτουργίες σχετικές με το Web. Έχουμε τη δυνατότητα να συνδεθούμε με άλλες υπηρεσίες δικτύων, να αναλύσουμε XML, να στείλουμε ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, να δουλέψουμε με cookies, με λίγες γραμμές κώδικα.

- Κόστος

Η PHP είναι δωρεάν. Πάντα είναι διαθέσιμη η τελευταία έκδοση από το <http://www.php.net> χωρίς χρέωση.

- Ευκολία Μάθησης

Η σύνταξη της PHP βασίζεται σε άλλες γλώσσες προγραμματισμού, κυρίως στην Perl και την C καθιστώντας εύκολη την εκμάθηση της σύνταξης εφόσον οι προαναφερόμενες γλώσσες είναι ευρύτατα διαδεδομένες και καθιερωμένες στο χώρο του προγραμματισμού.

- Αντικειμενοστραφής Υποστήριξη

Η PHP έκδοση 5 έχει καλά σχεδιασμένες αντικειμενοστραφείς λειτουργίες. Εάν κάποιος γνωρίζει Java ή C++, θα ανακαλύψει αναμενόμενες λειτουργίες, όπως κληρονομικότητα, ιδιωτικές και προστατευμένες μεταβλητές και μεθόδους, αφηρημένες κλάσεις και μεθόδους, διασυνδέσεις, συναρτήσεις δημιουργίας και καταστροφής αντικειμένων.

- Μεταφερσιμότητα

Η PHP είναι διαθέσιμη για πολλά διαφορετικά λειτουργικά συστήματα. Ο καλογραμμένος κώδικας συνήθως δουλεύει χωρίς να χρειάζεται αλλαγές σε πολλά διαφορετικά συστήματα.

- Κώδικας Προέλευσης

Ο κώδικας της PHP είναι διαθέσιμος στο κοινό. Σε αντίθεση με άλλα προϊόντα κλειστού κώδικα μπορούμε να προσθέσουμε ή να αλλάξουμε κάτι στη γλώσσα, αν οι περιστάσεις το απαιτούν χωρίς να αναμένουμε αυτές τις αλλαγές από τον κατασκευαστή.

- Διαθεσιμότητα Υποστήριξης

Η Zend Technologies, η εταιρία πίσω από τη μηχανή που στηρίζει την PHP, χρηματοδοτεί την ανάπτυξη της PHP προσφέροντας υποστήριξη και σχετικό λογισμικό σε εμπορική βάση.

## **5.5 Σχεσιακή Βάση Δεδομένων**

Το Σύστημα στηρίζετε στην σχεσιακή βάση δεδομένων mysql. Η MySQL είναι ένα σύστημα διαχείρισης σχεσιακών βάσεων δεδομένων (RDBMS) το οποίο μετρά περισσότερες από 11 εκατομμύρια εγκαταστάσεις. Έλαβε το όνομά του από την κόρη του Μόντυ Βιντένιους, την Μάι. Το πρόγραμμα τρέχει έναν εξυπηρετητή (server) παρέχοντας πρόσβαση πολλών χρηστών σε ένα σύνολο βάσεων δεδομένων.

Ο διακομιστής MySQL ελέγχει την πρόσβαση στα δεδομένα της βάσης για να διασφαλίσει ότι μόνο οι πιστοποιημένοι χρήστες θα μπορούν να έχουν πρόσβαση. Συνεπώς, η MySQL είναι ένας πολυνηματικός διακομιστής πολλαπλών χρηστών. Χρησιμοποιεί την SQL (Structured Query Language), την τυπική γλώσσα ερωτημάτων

για βάσεις δεδομένων, παγκόσμια. Είναι διαθέσιμη από το 1996, αλλά η ιστορία της ξεκινά από το 1979. Είναι παγκοσμίως η πιο δημοφιλής βάση δεδομένων ανοικτού κώδικα και έχει κερδίσει το βραβείο Choice Award του Linux Journal Readers αρκετές φορές.

Ακολουθεί μια λεπτομερής περιγραφή των πλεονεκτημάτων της.

- Απόδοση

Η MySQL είναι χωρίς αμφιβολία γρήγορη. Μπορούμε να δούμε την σελίδα δοκιμών στο <http://web.mysql.com/benchmark.html>. Πολλές από αυτές τις δοκιμές δείχνουν ότι η MySQL είναι αρκετά πιο γρήγορη από τον ανταγωνισμό.

- Χαμηλό Κόστος

Η MySQL είναι διαθέσιμη δωρεάν, με άδεια ανοικτού κώδικα (Open Source), ή με χαμηλό κόστος αν επιλέξουμε την εμπορική άδεια.

- Ευκολία Χρήσης

Οι περισσότερες μοντέρνες βάσεις δεδομένων χρησιμοποιούν την SQL. Η MySQL είναι ευκολότερη στη χρήση από παρόμοια προϊόντα, και επιπλέον μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε κάποιο από τα Graphical User Interfaces που διατίθενται δωρεάν στο διαδίκτυο

- Μεταφερισιμότητα

Η MySQL μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε πολλά διαφορετικά συστήματα UNIX, όπως επίσης και στα Microsoft Windows.

- Κώδικας Προέλευσης

Όπως και με την PHP, μπορείτε να πάρετε και να τροποποιήσετε τον κώδικα προέλευσης της MySQL. Αυτό το σημείο δεν είναι σημαντικό για τους περισσότερους χρήστες, αλλά διασφαλίζει τη συνέχισή της στο μέλλον και μας δίνει επιλογές σε περίπτωση ανάγκης.

- Διαθεσιμότητα Υποστήριξης

Δεν έχουν όλα τα προϊόντα ανοικτού κώδικα μια γονική εταιρία που να προσφέρει υποστήριξη, εκπαίδευση, συμβουλές και πιστοποιητικά, αλλά όλα τα παραπάνω παρέχονται από την MySQL AB.

## **5.6 Γραφήματα**

Το gnuplot είναι ένα πρόγραμμα για τη σχεδίαση δεδομένων και συναρτήσεων από τη γραμμή εντολών. Το gnuplot ενδείκνυται για να συμπεριληφθεί ως εντολές σχεδίασης σε άλλο πρόγραμμα που διαβάζει ή παράγει τα δεδομένα. Τονίζεται ότι χρησιμοποιείται από το octave (υψηλού επιπέδου γλώσσα για αριθμητικούς υπολογισμούς) και υπάρχει και επέκταση της γλώσσας προγραμματισμού python για gnuplot.

Η εντολή plot είναι η βασικότερη ίσως εντολή στο gnuplot, η οποία σχεδιάζει μεγάλη ποικιλία διαγραμμάτων στο επίπεδο (2d). Μπορεί να σχεδιάσει απλές γραμμές, σημεία (dots ή points), συνδυασμό των γραμμών και των σημείων, ιστογράμματα, ράβδους με ένδειξη λάθους, διανύσματα, ράβδους για οικονομικές εφαρμογές κ.α. Τα δεδομένα μπορεί να δημιουργούνται είτε μέσα από το gnuplot με τη χρήση ενσωματωμένων συναρτήσεων ή που θα διαβάζονται από αρχεία. Οι επιλογές που δέχεται η εντολή plot είναι πάρα πολλές και οι συνδυασμοί τους ακόμη περισσότεροι, γ'αυτό στον οδηγό αυτό θα περιγραφούν μόνο μερικές από τις βασικές.

Οποιαδήποτε μαθηματική έκφραση που γίνεται αποδεκτή απο C, FORTRAN, Pascal μπορεί να σχεδιαστεί και με το gnuplot. Η προτεραιότητα των τελεστών καθορίζεται από τις προδιαγραφές της γλώσσας C.

Το gnuplot είναι δυνατό να σχεδιάσει και διαγράμματα τα οποία προέρχονται από ένα αρχείο δεδομένων. Υπάρχει βέβαια περιορισμός στη μορφή του αρχείου. Τα δεδομένα πρέπει να είναι διατεταγμένα σε στήλες, όπου κάθε στήλη θα αντιπροσωπεύει τις τιμές ενός άξονα. Τα αρχεία δεδομένων μπορεί να περιλαμβάνουν περισσότερες από μία στήλες.

**Σχήμα 4.9:** Γράφημα gnuplot που απεικονίζει την ένταση RX οπτικής ζεύξης.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 - Ανάπτυξη Συστήματος**

### **6.1 Αρχιτεκτονική του συστήματος**

Περιγράφοντας το σύστημα από μία πανοραμική και πιο αφαιρετική οπτική καταλήγουμε στο παρακάτω σχήμα. Στο σύστημα υπάρχουν πέντε οντότητες και οι



μεταξύ τους διασυνδέσεις. Παρακάτω περιγράφονται οι οντότητες που απεικονίζονται στο επίπεδο μηδέν.

**Διάγραμμα 6.1:** Διάγραμμα ροής δεδομένων συστήματος.

- Ο χρήστης(user) του συστήματος είναι οποιαδήποτε οντότητα που ανήκει στο σύστημα.
- Ο διαχειριστής(Admin) του συστήματος είναι η οντότητα που είναι υπεύθυνη για την διαχείριση του συστήματος.
- Ο εξυπηρέτης(server) είναι ουσιαστικά όλο το σύστημα, το οποίο επεξεργάζεται τα διάφορα αιτήματα των χρηστών και αλληλεπιδρά με αυτούς μέσω internet, αλλά και με την με χρήση ηλεκτρονικού ταχυδρομείου
- Οι οπτικές ζεύξεις (FSO Laser Links) είναι οντότητες των οπτικών ζεύξεων στην περιοχή του καρλοβασιού, από της οποίες αποθηκεύουμε τις ημερολογιακές εγγραφές στην σχεσιακή βάση δεδομένων του Server.
- Ο μετεωρολογικός σταθμός(Weather Station) είναι η οντότητα του μετεωρολογικού σταθμού ο οποίος είναι εγκατεστημένος στην περιοχή καρλοβασιού και από τον οποίο αποθηκεύουμε τις ημερολογιακές καταγραφές στην σχεσιακή βάση δεδομένων του Server.

## **6.2Σχεσιακή Βάση Δεδομένων**

Η βάση δεδομένων είναι το κομμάτι εκείνο ενός πληροφοριακού συστήματος, το οποίο είναι υπεύθυνο για την αποθήκευση και διαχείριση δεδομένων. Η πρώτη φάση αφορά τη μοντελοποίηση σε εννοιολογικό επίπεδο (conceptual level) και συνήθως χρησιμοποιείται το μοντέλο οντοτήτων-συσχετίσεων. Σε δεύτερη φάση γίνεται ο σχεδιασμός σε χαμηλότερο επίπεδο, πιο κοντά στη μηχανή. Συνήθως, η δεύτερη αυτή σχεδίαση γίνεται στο σχεσιακό μοντέλο (δηλαδή χρησιμοποιώντας πίνακες), διότι σχεδόν όλα τα μοντέρνα συστήματα Β.Δ. είναι σχεσιακά. Ο καλός σχεδιασμός σε αυτή τη φάση

αποτελεί κλειδί για τη μετέπειτα σωστή και αποδοτική λειτουργία της εφαρμογής. Ένας σχεδιασμός που δε λαμβάνει υπόψη του τις απαιτήσεις της εφαρμογής μπορεί να οδηγήσει σε προβλήματα και κατά την ενημέρωση του συστήματος με δεδομένα, αλλά και κατά τον υπολογισμό των διαφόρων ερωτημάτων ανάκτησης τους. Μία καλή σχεδίαση στη θεωρία μπορεί να είναι κακή για μία συγκεκριμένη εφαρμογή.

Η γλώσσα μέσω της οποίας μπορεί κάποιος να εισάγει/διαγράψει/αλλάξει δεδομένα και να θέσει απλά (ή πολύπλοκα) ερωτήματα είναι η SQL. Η σχεσιακή σχεδίαση (δηλαδή ο ορισμός των πινάκων, το σχήμα) που έχει επικρατήσει για το είδος της προτεινόμενης εφαρμογής βασίζεται στο star schema (σχήμα άστρου), έτσι ώστε να βελτιστοποιείται ο χρόνος υπολογισμού των στατιστικών αναφορών και της πολυδιάστατης αναλυτικής επεξεργασίας που απαιτείται. Στο star schema υπάρχει ένας κεντρικός πίνακας δεδομένων (fact table) με τις διάφορες τιμές και ένας ή περισσότεροι περιφερειακοί (satellite) που αντιστοιχούν στις διάφορες διαστάσεις. Κάθε εγγραφή του κεντρικού πίνακα «δείχνει» στους περιφερειακούς πίνακες (μέσω ενός ξένου κλειδιού), οι οποίοι μπορούν να περιέχουν επιπλέον στοιχεία για κάθε διάσταση[#].

Αυτή η τεχνική εφαρμόστηκε στο κύριο μέρος της βάσης δεδομένων μας. Μία τέτοια σχεδίαση, εκτός του ότι προσφέρει δυνατότητες γρήγορης και αποτελεσματικής επεξεργασίας, είναι ταυτόχρονα εύκολη και απλή στην κατανόηση - συμβάλλοντας στη συντήρηση του συστήματος.

Το σύστημα διαχείρισης Β.Δ. (DBMS) που χρησιμοποιήσαμε στην φάση της ανάπτυξης και το οποίο χρησιμοποιείται για κάθε δοσοληψία είναι το γνωστό σχεσιακό σύστημα MySQL Server σε συνδυασμό με κάποια εργαλεία/πλατφόρμες αναλυτικής επεξεργασίας δεδομένων.

### **6.2.1 Βάσεις Δεδομένων**

Για λόγους ασφαλείας αλλά και διασφάλισης της ακεραιότητας των δεδομένων μας έχουμε χρησιμοποιήσει τρεις διαφορετικές βάσεις δεδομένων.

Η πρώτη από τις τρεις βάσεις περιλαμβάνει πίνακες για την αποθήκευση των δεδομένων που παίρνουμε από τις ασύρματες οπτικές ζεύξεις, πίνακες για αποθήκευση μέσω όρων των οπτικών ζεύξεων που εξυπηρετούν την γρηγορότερη παραγωγή γραφημάτων, αλλά και πίνακες για αποθήκευση δεδομένων πληροφορίας που αφορούν τους άλλους πίνακες. Η μορφή της βάσης αυτής φαίνεται παρακάτω.

**Σχήμα 6.1:** Βάση δεδομένων οπτικών ζεύξεων.

Η δεύτερη περιλαμβάνει πίνακες για την αποθήκευση των δεδομένων που παίρνουμε από τον μετεωρολογικό σταθμό, πίνακες για αποθήκευση μέσω όρων των δεδομένων αυτών, που εξυπηρετούν την γρηγορότερη παραγωγή γραφημάτων, αλλά και πίνακες για αποθήκευση δεδομένων πληροφορίας που αφορούν τους άλλους πίνακες. Η μορφή της βάσης αυτής φαίνεται παρακάτω.

**Σχήμα 6.2:** Βάση δεδομένων μετεωρολογικών σταθμών.

Η τελευταία περιλαμβάνει πίνακες για την αποθήκευση των δεδομένων χρηστών, για την αυθεντικοποίηση τους στο σύστημα αλλά και πίνακες για τις διευθύνσεις ηλεκτρονικού ταχυδρομείου που χρησιμοποιούνται για τις αυτόματες ειδοποιήσεις . Η μορφή της βάσης αυτής φαίνεται παρακάτω.

**Σχήμα 6.3:** Βάση δεδομένων χρηστών και ειδοποιήσεων.

Στην συνέχεια παρουσιάζονται κάποιοι από τους βασικότερους πίνακες του συστήματος.

### **6.2.2 Πίνακες Δεδομένων**

Οι περισσότεροι από τους πίνακες της βάσης δεδομένων των οπτικών ζεύξεων έχουν την ίδια μορφή, καθώς περιλαμβάνουν ίδιους τύπους δεδομένων. Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζετε ο πίνακας της οπτικής ζεύξης link 7.

**Σχήμα 6.4:** Ο πίνακας της οπτικής ζεύξης link 7.

Στην βάση δεδομένων των οπτικών ζεύξεων υπάρχουν και πίνακες που περιέχουν δεδομένα πληροφορίας που αφορούν τους άλλους πίνακες, και οι οποίοι έχουν την ίδια μορφή. Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζετε ο πίνακας index laser.

**Σχήμα 6.5:** Ο πίνακας πληροφορίας index laser.

Στην βάση δεδομένων των μετεωρολογικών σταθμών περιλαμβάνονται πίνακες που έχουν δεδομένα που παίρνουμε από τον μετεωρολογικό σταθμό, και οι οποίοι έχουν την ίδια μορφή, καθώς περιλαμβάνουν ίδιους τύπους δεδομένων. Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζετε ο πίνακας του μετεωρολογικού σταθμού Καρλοβασίου.

**Σχήμα 6.6:** Ο πίνακας μετεωρολογικού σταθμού Καρλοβασίου.

Στην βάση δεδομένων των μετεωρολογικών σταθμών υπάρχουν και πίνακες που περιέχουν δεδομένα πληροφορίας που αφορούν τους άλλους πίνακες, και οι οποίοι έχουν την ίδια μορφή. Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζετε ο πίνακας index meteo.

**Σχήμα 6.7:** Ο πίνακας πληροφορίας index meteo.

Τέλος στην βάση δεδομένων χρηστών και ειδοποιήσεων περιέχονται πίνακες για την αυθεντικοποίηση τους στο σύστημα αλλά και πίνακες για τις διευθύνσεις ηλεκτρονικού ταχυδρομείου που χρησιμοποιούνται για τις αυτόματες ειδοποιήσεις. Στα επόμενα σχήματα παρουσιάζονται οι πίνακες email και members.

**Σχήμα 6.8:** Ο πίνακας διευθύνσεων ηλεκτρονικού ταχυδρομείου email.

**Σχήμα 6.9:** Ο πίνακας χρηστών members.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 - Υποσυστήματα Συστήματος**

### **7.1 Υποσύστημα Εισαγωγής Δεδομένων**

#### **7.1.1 Μεταφόρτωση Δεδομένων οπτικών ζεύξεων**

Όπως είδαμε σε προηγούμενη ενότητα τα αρχεία ημερολογίου με τα δεδομένα της κατάστασης κάθε οπτικής ζεύξης αποθηκεύονται στον server fsona. Το υποσύστημα μεταφόρτωσης δεδομένων των οπτικών ζεύξεων, συνδέετε με τον server fsona με secure ftp σύνδεση, μεταφορτώνοντας τα ημερολόγια δεδομένων από το τοπικό σύστημα αρχείων του server fsona στο τοπικό σύστημα αρχείων του server envstats. Το υποσύστημα μεταφόρτωσης δεδομένων των οπτικών ζεύξεων , χρησιμοποιώντας των χρονοπρογραμματισμό εργασιών που προσφέρει το λειτουργικό σύστημα linux , είναι ρυθμισμένο να εκτελείτε με βήμα χρόνου κάθε τεσσάρων λεπτών.



**Σχήμα 7.1:** Διαδρομή αρχείων ημερολογιακών εγγραφών από τις οπτικές ζεύξεις στο τοπικό σύστημα αρχείων.

### 7.1.2 Μεταφόρτωση δεδομένων μετεωρολογικών σταθμών

Ο τοπικός σταθμός Καρλοβασίου αποστέλλει τα δεδομένα του στην εθνική υπηρεσία μετεωρολογίας , η οποία αναρτά αυτά τα δεδομένα στο ιντερνέτ , και συγκεκριμένα στην ιστοσελίδα της. Το υποσύστημα μεταφόρτωσης δεδομένων του μετεωρολογικού σταθμού, συνδέετε στην συγκεκριμένη ιστοσελίδα και διαβάζοντας γραμμή προς γραμμή , αρχικά τα μορφοποιεί στην κατάλληλη μορφή ώστε να είναι αναγνωρίσιμα από την σχεσιακή βάση δεδομένων, και στην συνέχεια τα αποθηκεύει στην σχεσιακή βάση δεδομένων. Η όλη διαδικασία μορφοποίησης και αποθήκευσης των δεδομένων γίνεται σε πραγματικό χρόνο. Το υποσύστημα μεταφόρτωσης δεδομένων του μετεωρολογικού σταθμού, χρησιμοποιώντας των χρονοπρογραμματισμό εργασιών που προσφέρει το λειτουργικό σύστημα linux , είναι ρυθμισμένο να εκτελείτε με βήμα χρόνου κάθε πέντε λεπτών.

Web



**Σχήμα 7.2:** Διαδρομή ημερολογιακών εγγραφών από την ιστοσελίδα του μετεωρολογικού σταθμού, στο τοπικό σύστημα αρχείων.

### 7.1.3 Ανάλυση και Μορφοποίηση Δεδομένων

Το υποσύστημα ανάλυσης και μορφοποίησης , χρησιμοποιώντας των χρονοπρογραμματισμό εργασιών , είναι ρυθμισμένο να εκτελείτε με βήμα χρόνου πέντε λεπτών , και είναι υπεύθυνο για την μορφοποίηση , αλλά και την ανάλυση των δεδομένων που έχουν εισαχθεί στο σύστημα από το υποσύστημα μεταφόρτωσης δεδομένων των οπτικών ζεύξεων , και η αποθήκευσή τους στην σχεσιακή βάση δεδομένων του συστήματος. Η μορφοποίηση τους γίνεται ώστε τα δεδομένα των ασύρματων οπτικών ζεύξεων , να είναι σε κατάλληλη μορφή ώστε να είναι αναγνωρίσιμα από την σχεσιακή βάση δεδομένων . Ενώ η ανάλυση τους γίνεται ώστε να διασφαλιστεί ότι τα δεδομένα που αποθηκεύονται στην σχεσιακή βάση δεδομένων είναι

σωστά χρονισμένα, επαληθεύοντας την ώρα αποθήκευσής τους στο σύστημα, αλλά και την αναμενόμενη ώρα που θα πρέπει να έχουν οι ημερολογιακές εγγραφές των δεδομένων από τις ασύρματες οπτικές ζεύξεις, σε σχέση πάντα με την ώρα αποθήκευσής τους στο τοπικό σύστημα αρχείων. Η ανάλυση που γίνεται επιτελεί ταυτόχρονα και δεύτερο σκοπό, καθώς εάν μετά το πέρας της ανάλυσης προκύψουν μεγάλες διακυμάνσεις στην προσδοκώμενη ώρα της κάθε εγγραφής στο ημερολόγιο εγγραφών, καλείτε το υποσύστημα Αυτόματων ειδοποιήσεων.

Αφού ολοκληρωθεί και η μορφοποίηση αλλά και η ανάλυση των δεδομένων, και με την χρήση των κατάλληλων ερωτημάτων (queries) τα δεδομένα εισάγονται στην σχεσιακή βάση δεδομένων σε αύξουσα ημερολογιακή σειρά με πρωτεύον κλειδί την ημερομηνία και την ώρα της κάθε εγγραφής. Εάν κάποια εγγραφή έχει ήδη εισαχθεί στην βάση δεδομένων τότε το σύστημα συνεχίζει στην αμέσως επόμενη, διασφαλίζοντας ότι δεν υπάρχει κάποια εγγραφή που δεν έχει εισαχθεί, και αποθηκευτεί στην σχεσιακή βάση δεδομένων.

## **7.2 Υποσύστημα Επεξεργασίας Δεδομένων**

Το υποσύστημα επεξεργασίας δεδομένων , είναι υπεύθυνο για την μορφοποίηση των δεδομένων τα οποία έχει ζητήσει ο χρήστης μέσω της αντίστοιχης διεπαφής του συστήματος, στην μορφή που επιλέγει ο χρήστης, μέσω της αντίστοιχης διεπαφής

## **7.3 Υποσύστημα Εξαγωγής Δεδομένων**

### **7.3.1 Εξαγωγή Δεδομένων οπτικών ζεύξεων**

Το υποσύστημα εξαγωγής δεδομένων οπτικών ζεύξεων , είναι υπεύθυνο για την δημιουργία ενός txt αρχείου, το οποίο περιλαμβάνει της ημερολογιακές εγγραφές δεδομένων από της οπτικές ζεύξεις . Επιπρόσθετα περιλαμβάνει ελέγχους ώστε να εξασφαλίζει ότι για κάποιο συγκεκριμένο εύρος ημερομηνιών , το αρχείο σε μορφή κειμένου (text file) που θα δημιουργηθεί περιλαμβάνει όλες τις ημερολογιακές εγγραφές. Ειδικά αν μία ή περισσότερες ημερολογιακές εγγραφές λείπουν από το αρχείο

καταγραφής δεδομένων (log file) του fsona, λόγω εξωτερικών παραγόντων δυσλειτουργίας του συστήματος όπως π.χ. η πτώσης τάσης του ρεύματος, το υποσύστημα εξαγωγής δεδομένων είναι υπεύθυνο για την αυτόματη συμπλήρωση των ημερολογιακών εγγραφών που λείπουν, με προκαθορισμένη τιμή 999 για τις εγγραφές που δεν υπάρχουν δεδομένα.

### **7.3.2 Εξαγωγή Δεδομένων μετεωρολογικών σταθμών**

Το υποσύστημα εξαγωγής δεδομένων μετεωρολογικών σταθμών , όπως και το υποσύστημα εξαγωγής δεδομένων οπτικών ζεύξεων είναι υπεύθυνο για την δημιουργία ενός txt αρχείου, το οποίο περιλαμβάνει της ημερολογιακές εγγραφές δεδομένων από τον μετεωρολογικό σταθμό καρλοβάσου . Περιλαμβάνοντάς τους ίδιους ελέγχους αλλά και δυνατότησ αυτόματης συμπλήρωσης των ημερολογιακών εγγραφών που λείπουν , με προκαθορισμένη τιμή 999 για τις εγγραφές που δεν υπάρχουν δεδομένα.

## **7.4Υποσύστημα Αυτόματων ειδοποιήσεων**

Το υποσύστημα αυτόματων ειδοποιήσεων είναι υπεύθυνο για την ενημέρωση του helpdesk του πανεπιστημίου Αιγαίου, αλλά και του τεχνικού προσωπικού , μέσω email, για οποιαδήποτε δυσλειτουργία παρατηρείτε από τα ημερολογιακά δεδομένα των οπτικών ζεύξεων

### **7.4.1 Έλεγχος ημερολογιακών εγγραφών**

Το υποσύστημα περιλαμβάνει ελέγχους οι οποίοι επαναλαμβάνονται κάθε 30 λεπτά, ελέγχοντας το πόσο πρόσφατα είναι τα δεδομένα που εισάγονται από το υποσύστημα εισαγωγής δεδομένων. Σε περίπτωση που παρατηρηθούν αποκλείσεις πέρα από του φυσιολογικού των 5 λεπτών που εισάγει δεδομένα στην βάση δεδομένων το υποσύστημα εισαγωγής δεδομένων σε μία η περισσότερες οπτικές ζεύξεις, τότε αυτή καταχωρείτε με την ένδειξη “down” στην αντίστοιχη βάση δεδομένων που αποθηκεύετε κατάσταση λειτουργίας των οπτικών ζεύξεων και ενεργοποιείτε το υποσύστημα αποστολής email.



## **7.4.2 Αποστολή email**

Από την στιγμή που ενεργοποιηθεί το υποσύστημα αποστολής email, ανακαλείτε από το αντίστοιχο table στην βάση δεδομένων η λίστα με της διεύθυνσης email προς τους υπεύθυνους, συντάσσει το κείμενο του προς αποστολή mail ανάλογα με το ποιες οπτικές ζεύξεις έχουν χαρακτηριστεί “down”, και στέλνει το τελικό email στους αντίστοιχους αποδέκτες,

## **7.5 Υποσύστημα Αντιγράφων Ασφαλείας**

Το υποσύστημα αντιγράφων ασφαλείας είναι υπεύθυνο για τήρηση αντιγράφων ασφαλείας όλων των δεδομένων που υπάρχουν στην βάση δεδομένων . Εκτελείτε σε καθημερινή βάση κρατώντας αντίγραφα για την κάθε ημέρα της εβδομάδας, για τις τελευταίες 5 εβδομάδες, καθώς και για όλους τους μήνες του χρόνου. Όλα τα αντίγραφα σώζονται σε συμπίεσμένη μορφή για να εξοικονομείτε χώρο.

## **7.6 Υποσύστημα Διεπαφής χρήστη**

**Διάγραμμα 7.1:** Διάγραμμα ροής δεδομένων συστήματος δεύτερου επιπέδου. Ανάλυση επεξεργασίας 1.0.

### **7.6.1 Αρχική σελίδα**

Στην αρχική σελίδα του συστήματος παρουσιάζετε συνοπτικά το σύστημα , ενώ παρέχονται οδηγίες για την εγγραφή στο σύστημα ώστε ο χρήστης να έχει πρόσβαση σε όλες της σελίδες του συστήματος καθώς και link για την είσοδο του χρήστη στο σύστημα. Ο χρήστης μπορεί να περιηγηθεί στις υπόλοιπες σελίδες του συστήματος, κάθε μία υπεύθυνη για της λειτουργίες που περιγράφηκαν πιο πάνω, από το μενού επιλογών που υπάρχει στο πάνω μέρος κάθε σελίδας.

**Σχήμα 7.3:** Η αρχική σελίδα του συστήματος.

### **7.6.2 Είσοδος χρήστη**

Για την πρόσβαση του χρήστη σε όλες της σελίδες, είναι απαραίτητη η είσοδος του χρήστη στο σύστημα, η οποία γίνεται πατώντας στο link Log In που βρίσκετε στην αρχική σελίδα, ή μέσω του μενού user – Log In. Ο χρήστης εισάγει τα στοιχεία του ( όνομα χρήστη και κωδικός πρόσβασης) και πατάει στο κουμπί Login για είσοδο στο σύστημα. Αν γίνει προσπάθεια από τον χρήστη να μεταβεί σε κάποια σελίδα του συστήματος στην οποία δεν έχει εξουσιοδότηση, το σύστημα τον ανακατευθύνει στην διεπαφή Log In.

**Σχήμα 7.4:** Η διεπαφή εισόδου χρήστη στο σύστημα.

Για την έξοδο του χρήστη από το σύστημα, ο χρήστης αρκεί να πατήσει στο μενού user – Log Out.

**Σχήμα 7.5:** Η διεπαφή εξόδου του χρήστη από το σύστημα.

### **7.6.3 Admin Panel**

Στο Admin Panel, παρέχεται η δυνατότητα στον διαχειριστή του συστήματος, να δει την κατάσταση των laser links , να προσθέσει η να διαγράψει διευθύνσεις από την λίστα ειδοποιήσεων ηλεκτρονικού ταχυδρομείου, καθώς και να δώσει πρόσβαση για τις προστατευμένες περιοχές του συστήματος , εξουσιοδοτώντας ουσιαστικά πρόσβαση σε νέους χρήστες, ενώ μπορεί να διαγράψει παλιούς χρήστες. Η είσοδος στο admin panel επιτρέπεται μόνο στον διαχειριστή του συστήματος.

Για να πραγματοποιηθεί η διαγραφή κάποιας διεύθυνσης από την λίστα ειδοποιήσεων ηλεκτρονικού ταχυδρομείου , ο διαχειριστής πρέπει να πατήσει στον

σύνδεσμο -Delete email- που βρίσκετε δίπλα από κάθε διεύθυνση ηλεκτρονικού ταχυδρομείου στην λίστα ειδοποιήσεων .

Αντίστοιχα για την πραγματοποίηση διαγραφής από την λίστα χρηστών, ο διαχειριστής πρέπει να πατήσει τον σύνδεσμο –Delete User- που βρίσκετε δίπλα από κάθε χρήστη, στην λίστα χρηστών.

Για να πραγματοποιηθεί η εισαγωγή κάποιας διεύθυνσης ηλεκτρονικού ταχυδρομείου στην λίστα ειδοποιήσεων, πρέπει ο διαχειριστής να εισάγει την διεύθυνση στο αντίστοιχο κουτί που αναγράφει δίπλα του e-mail , και να πατήσουμε το κουμπί submit

Αντίστοιχα για την εισαγωγή χρήστη στο σύστημα, εισάγουμε το επιθυμητό όνομα χρήστη στο αντίστοιχο κουτί, καθώς και τον κωδικό χρήστη στο αντίστοιχο κουτί, και πατάμε submit.

**Σχήμα 7.6:** Η διεπαφή του διαχειριστή συστήματος.

#### **7.6.4 Graphs**

Η διεπαφή για τα γραφήματα περιλαμβάνει 2 βήματα. Στο πρώτο βήμα ο χρήστης επιλέγει ανάμεσα σε προκαθορισμένους τύπους δεδομένων από τα laser links (rx power , temp internal , temp casting , temp med, humidity), καθώς και το βήμα χρόνου από τα 3 προκαθορισμένα ( 1 hour , 1 day , 1 week). και στην συνέχεια πατώντας το κουμπί Next Step μεταφέρετε στην σελίδα βήμα 2.

**Σχήμα 7.7:** Η διεπαφή για δημιουργία γραφημάτων βήμα 1.

Στο δεύτερο βήμα ζητείτε από τον χρήστη να επιλέξει το laser link που τον ενδιαφέρει , και στην συνέχεια πατώντας το κουμπί Next μεταφέρετε στην σελίδα

γραφήματος. Στα δεξιά της σελίδας υπάρχει υπόμνημα το οποίο παρουσιάζει την κατάσταση των οπτικών ζεύξεων (λειτουργικών [up] και μη λειτουργικών [down])

**Σχήμα 7.8:** Η διεπαφή για δημιουργία γραφημάτων βήμα 2.

Στην συνέχεια ο χρήστης προχωρεί στην διεπαφή με το γράφημα που έχει αιτήσει , έχοντας την επιλογή να πάει πάλι στο πρώτο βήμα, και να κάνει την όλη διαδικασία από την αρχή.

**Σχήμα 7.9:** Η διεπαφή για δημιουργία γραφημάτων, απεικόνιση γραφήματος.

#### **7.6.5 Μεταφόρτωση Δεδομένων**

Στην διεπαφή για την μεταφόρτωση δεδομένων( Data Download ) παρέχετε η δυνατότητα στον χρήστη να δει ποιες ημέρες τον ενδιαφέρουν από το αντίστοιχο ημερολόγιο γεγονότων που ο χρήστης θα βρει στο πάνω μέρος της διεπαφής. Στο ημερολόγιο γεγονότων απεικονίζονται οι μέρες του μήνα όπως θα απεικονιζόταν σε ένα τυπικό ημερολόγιο, με την διαφορά ότι στις μέρες που είχαμε γεγονότα βροχής , απεικονίζονται με κόκκινο χρώμα οι ημέρες του μήνα στις οποίες είχαμε γεγονότα βροχής. Ο χρήστης μπορεί επίσης να δει και προηγούμενους μήνες εφόσον το επιθυμεί πλοηγώντας από τα βελάκια που υπάρχουν στο πάνω μέρος του ημερολογίου, η επιλέγοντας απευθείας μήνα και χρόνο από το μενού.

**Σχήμα 7.10:** Η διεπαφή για μεταφόρτωση δεδομένων.

Στην συνέχεια ο χρήστης καλείται να επιλέξει την προέλευση των δεδομένων που θέλει να μεταφορτώσει στον υπολογιστή του, επιλέγοντας ανάμεσα στα δεδομένα κάποιου laser link, ή του μετεωρολογικού σταθμού, παρέχοντας παράλληλα στον χρήστη την δυνατότητα για αυτόματη συμπλήρωση δεδομένων που λείπουν.

**Σχήμα 7.11:** Η διεπαφή για μεταφόρτωση δεδομένων, επιλογή δεδομένων.

Ο χρήστης έχει επίσης την δυνατότητα να επιλέξει να μεταφορτώσει όλα τα διαθέσιμα δεδομένα που είναι αποθηκευμένα στο σύστημα από την επιλεγμένη πηγή , η μπορεί να επιλέξει να μεταφορτώσει τα δεδομένα μεταξύ ημερομηνιών που τον ενδιαφέρουν, επιλέγοντας της ημέρες που επιθυμεί από τα δύο ημερολόγια που βρίσκονται στο κάτω μέρος της διεπαφής.

**Σχήμα 7.12:** Η διεπαφή για μεταφόρτωση δεδομένων, επιλογή ημερομηνίας.

## **7.7 Μελλοντικές δυνατότητες**

Τα δεδομένα ισχύος των οπτικών ζεύξεων με την χρήση κατάλληλων μαθηματικών εξισώσεων μπορούν να μετατραπούν σε δεδομένα βροχόπτωσης που μας επιτρέπουν να γνωρίζουμε το ακριβές ποσοστό βροχόπτωσης ανάμεσα στα δύο άκρα της οπτικής ζεύξης.

Με την χρήση δεδομένων από διαφορετικές οπτικές ζεύξεις υπάρχει η δυνατότητα χωρικής απεικόνισης της βροχόπτωσης σε χάρτη , παρέχοντάς μας μια κατά πολύ καλύτερη εικόνα κατανομής της βροχόπτωσης η οποία μπορεί να συνεισφέρει βελτιώνοντας αρκετούς τομείς της καθημερινότητας μας. από τον απλό αγρότη που θα γνωρίζει πόσο νερό έχει πέσει στο χωράφι του , μέχρι τις δημοτικές αρχές που σχεδιάζουν αντιπλημμυρικά έργα για την περιοχή.

Όλα τα παραπάνω δεδομένα θα μπορούν να παρουσιάζονται σε πραγματικό χρόνο , επιτρέποντας έγκαιρες αντιδράσεις από τις κατάλληλες αρχές σε περίπτωση υπερβολικής βροχόπτωσης σε κάποιο σημείο, έχοντας ως συνέπεια πλημύρες .

