



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ Μ/Υ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ
ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑΣ ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ



ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΔΙΑΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜ.Μ.Α ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΤΕΧΝΟ-ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ»

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

| ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ ΟΠΤΙΚΗΣ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ
ΓΙΑ ΤΗΝ ΛΗΨΗ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ ΣΤΟΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΤΟΜΕΑ |

ΚΑΜΑΡΙΑΝΑΚΗ ΑΝΔΡΙΑΝΗ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΑΣΚΟΥΝΗΣ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Ε.Μ.Π.

ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2022

Περίληψη

Σε αυτήν την διπλωματική εργασία θα εξετάσουμε, μέσω διαφόρων εργαλείων οπτικοποίησης δεδομένων την ενεργειακή κατανάλωση ενός κτιρίου στο Βέλγιο. Θα παρατηρήσουμε τις διάφορες αυξομειώσεις της ενεργειακής κατανάλωσης σε σχέση με παράγοντες μεταξύ των οποίων είναι η θερμοκρασία και η υγρασία τόσο του εσωτερικού όσο και του εξωτερικού χώρου.

Ακόμη θα μας απασχολήσουν φαινόμενα όπως η ατμοσφαιρική πίεση το σημείο δρόσου και η ταχύτητα του ανέμου, σε συνάρτηση με την μεταβολή της ενεργειακής κατανάλωσης των ηλεκτρικών συσκευών, καθώς και των φώτων του σπιτιού. Έπειτα θα δούμε τους μήνες, τις ημέρες και τις ώρες όπου παρατηρείται η μέγιστη και η ελάχιστη κατανάλωση, βάσει των δεδομένων μας.

Η ανάλυση των δεδομένων αυτών, θα γίνει μέσω τεσσάρων προγραμμάτων. Αρχικά θα δούμε την χρήση του Tableau όπου με διάφορους τύπους διαγραμμάτων θα απεικονίσουμε τα αποτελέσματα της έρευνάς μας. Στην συνέχεια, θα μας απασχολήσει η υλοποίηση απεικονίσεων μέσω του προγράμματος Power BI, συγκρίνοντας τα αποτελέσματα αυτού με το προηγούμενο πρόγραμμα. Επόμενα προγράμματα θα είναι οι γλώσσες προγραμματισμού Python και R στις οποίες θα δούμε μια σειρά από διαγράμματα απεικόνισης των δεδομένων.

Τέλος, θα συγκρίνουμε τα προγράμματα τόσο μεταξύ τους όσο και ξεχωριστά, τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα που παρατηρήθηκαν κατά την χρήση των προγραμμάτων.

Abstract

This thesis aims to monitor the energy consumption of a building and more specifically a house in Belgium, through visual analytics tools. We will observe the various fluctuations about factors: the temperature and humidity of both indoor and outdoor space.

We will also be concerned with phenomena such as atmospheric pressure, dew point, and wind speed, depending on the change in electrical appliances' energy consumption and house lights. Then we will see the months, days, and hours where the maximum and minimum consumption are observed.

The analysis of this data will be done through four programs. First, we will see the use of Tableau where with different types of diagrams we will display the results of our research. Next, we will deal with the implementation of illustrations through the Power BI program comparing its results with the previous program. The next programs will be the Python and R programming languages in which we will see several visualizations for the same dataset.

Finally, we will compare the programs both with each other and separately, and conclude the advantages and disadvantages that were discovered while using the programs.

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα της διπλωματικής μου εργασίας, τον καθηγητή κ. Δ. Ασκούνη, ο οποίος μου έδωσε την ευκαιρία να ασχοληθώ με ένα τόσο ενδιαφέρον θέμα.

Επιπλέον θα ήθελα να ευχαριστήσω υποψήφιο διδάκτορα κ. Ε. Καρακόλη, για την βοήθεια του καθ' όλη τη διάρκεια της διπλωματικής μου εργασίας.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου που με στηρίζει σε όλη την ακαδημαϊκή μου πορεία και με βοηθά να ακολουθήσω τα όνειρά μου με κάθε πιθανό τρόπο.

Περιεχόμενα

Περίληψη	1
Abstract	1
Ευχαριστίες	3
Χάρτης Γραφημάτων	6
1. Εισαγωγή	8
2. Data set/ Δεδομένα έρευνας	10
3. Ανάλυση δεδομένων με την χρήση του Tableau	11
Ενεργειακή κατανάλωση για τις ηλεκτρικές συσκευές	11
Ενεργειακή κατανάλωση για τα φώτα	12
Μέση και συνολική ενεργειακή κατανάλωση	14
.....	15
Συσχέτιση μεταξύ ενεργειακής κατανάλωσης/ θερμοκρασίας & υγρασίας	16
Ανάλυση θερμοκρασίας και υγρασίας για το δωμάτιο της κουζίνας	17
Ανάλυση θερμοκρασίας και υγρασίας για το σαλόνι	18
Ανάλυση θερμοκρασίας και υγρασίας για το δωμάτιο του πλυντηρίου	19
Συσχέτιση Κουζίνας/ Σαλονιού/ Δωμάτιο πλυντηρίου	21
Ανάλυση θερμοκρασίας και υγρασίας για το γραφείο	22
Ανάλυση θερμοκρασίας και υγρασίας για το μπάνιο	23
Ανάλυση θερμοκρασίας και υγρασίας για την βόρεια πλευρά του κτηρίου (εξωτερικά)	24
Ανάλυση θερμοκρασίας και υγρασίας για το δωμάτιο του σίδερου	26
Ανάλυση θερμοκρασίας και υγρασίας για το εφηβικό δωμάτιο (2)	27
Ανάλυση θερμοκρασίας και υγρασίας για το δωμάτιο των γονέων	28
Ανάλυση θερμοκρασίας και υγρασίας εξωτερικά του κτηρίου	30
Συνολική θερμοκρασία και υγρασία στους χώρους του κτηρίου/ εσωτερικά	31
Ανάλυση και συσχετίσεις για την ταχύτητα του αέρα	32
Ανάλυση και συσχετίσεις για το σημείο δρόσου	33
Ανάλυση και συσχετίσεις για την ορατότητα	36
ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΧΡΗΣΗ TABLEAU	37
4. Ανάλυση δεδομένων με την χρήση του POWER BI	38
Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε συσκευές και φώτα	38
Σημαντικοί παράγοντες επιρροής στην κατανάλωση ενέργειας	39
Βασικοί χώροι επιρροής στην κατανάλωση ενέργειας	41
Συσχέτιση μέσου όρου σε σχέση με την εξωτερική υγρασία	42
Συσχέτιση μέσου όρου σε σχέση με την εξωτερική θερμοκρασία	43

Παράγοντες επιρροής για το Σημείο δρόσου	43
Παράγοντες επιρροής για την ταχύτητα του αέρα	44
Παράγοντες επιρροής για την ορατότητα	45
ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΧΡΗΣΗ POWER BI	46
5. Ανάλυση δεδομένων με την χρήση της Python	47
Ανάλυση ενεργειακή κατανάλωση για ηλεκτρικές συσκευές και φώτα.....	47
Ενεργειακή κατανάλωση ανά μήνα με ομαδοποίηση ανά μεταβλητή.....	48
Ανάλυση ενεργειακή κατανάλωση ανά ημέρα.....	49
Ανάλυση ενεργειακής κατανάλωσης ανά ώρα.....	51
Χάρτης πυκνότητας	53
Συσχέτιση Ενεργειακής κατανάλωσης Υγρασία	53
Συσχέτιση Ενεργειακής κατανάλωσης Υγρασία	54
Συσχέτιση Ενεργειακής κατανάλωσης Με σημαντικούς παράγοντες	55
Διάγραμμα διασποράς θερμοκρασίας για κουζίνα/ το δωμάτιο με το πλυντήριο/ το μπάνιο	56
Διάγραμμα διασποράς θερμοκρασίας για κουζίνα/ το δωμάτιο πλυντηρίου/ το μπάνιου	57
ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΧΡΗΣΗ PYTHON	58
6. Ανάλυση δεδομένων με την χρήση της R	59
Ενεργειακή κατανάλωση ηλεκτρικών συσκευών σε διάστημα ημέρας.....	59
Ενεργειακή κατανάλωση ηλεκτρικών συσκευών ανά ημέρες	60
Ενεργειακή κατανάλωση ηλεκτρικών συσκευών ανά μήνα	60
Ενεργειακή κατανάλωση στα φώτα ανά ημέρα	61
Ενεργειακή κατανάλωση στα φώτα ανά μήνα	62
ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΧΡΗΣΗ R	65
7. Σύγκριση προγραμμάτων	66
8. Ανακεφαλαίωση και Συμπεράσματα	69
Βιβλιογραφία	72

Χάρτης Γραφημάτων

Διάγραμμα 1 Μέση ενεργειακή κατανάλωση ηλεκτρικές συσκευές ανά ώρα.....	11
Διάγραμμα 2 Συνολική ενεργειακή κατανάλωση ηλεκτρικές συσκευές ανά ώρα	11
Διάγραμμα 3 Μέση ενεργειακή κατανάλωση φώτα ανά ώρα.....	12
Διάγραμμα 4 Συνολική ενεργειακή κατανάλωση φώτα ανά ώρα	12
Διάγραμμα 5 Συνολική ενεργειακή κατανάλωση ανά ώρα	13
Διάγραμμα 6 Μέση ενεργειακή κατανάλωση ανά μήνα.....	14
Διάγραμμα 7 Συνολική ενεργειακή κατανάλωση ανά μήνα	14
Διάγραμμα 9 Συνολική ενεργειακή κατανάλωση ανά ημέρα σαββατοκυριακου	15
Διάγραμμα 8 Μέση ενεργειακή κατανάλωση ανά ημέρα εβδομάδας.....	15
Διάγραμμα 10 Διάγραμμα συσχέτιση.....	16
Διάγραμμα 11 Μέση θερμοκρασία σε βαθμούς κελσίου ανα μηνια	17
Διάγραμμα 12 Μέση υγρασία σε % ανα μηνια.....	17
Διάγραμμα 13 Θερμοκρασία & υγρασία	17
Διάγραμμα 14 Μέση θερμοκρασία σε βαθμούς κελσίου ανα μηνια	18
Διάγραμμα 15 Μέση υγρασία σε % ανα μηνια.....	18
Διάγραμμα 16 Θερμοκρασία & υγρασία	19
Διάγραμμα 17 Μέση θερμοκρασία σε βαθμούς κελσίου ανα μηνια	19
Διάγραμμα 18 Μέση υγρασία σε % ανα μηνια.....	20
Διάγραμμα 19 Θερμοκρασία & υγρασία	20
Διάγραμμα 20 Μέση θερμοκρασία σε βαθμούς κελσίου ανα χωρο και μηνια	21
Διάγραμμα 21 Μέση υγρασία σε % ανα χωρο και μηνια	21
Διάγραμμα 22 Μέση θερμοκρασία σε βαθμούς κελσίου ανα μηνια	22
Διάγραμμα 23 Μέση υγρασία σε % ανα μηνια.....	22
Διάγραμμα 24 Θερμοκρασία & υγρασία	22
Διάγραμμα 25 Μέση θερμοκρασία σε βαθμούς κελσίου ανα μηνια	23
Διάγραμμα 26 Μέση υγρασία σε % ανα μηνια.....	23
Διάγραμμα 27 Θερμοκρασία & υγρασία	23
Διάγραμμα 28 Μέση θερμοκρασία σε βαθμούς κελσίου ανα μηνια	24
Διάγραμμα 29 Μέση υγρασία σε % ανα μηνια.....	24
Διάγραμμα 30 Θερμοκρασία & υγρασία	25
Διάγραμμα 31 Μέση θερμοκρασία σε βαθμούς κελσίου ανα μηνια	26
Διάγραμμα 32 Μέση υγρασία σε % ανα μηνια.....	26
Διάγραμμα 33 Θερμοκρασία & υγρασία	26
Διάγραμμα 34 Μέση θερμοκρασία σε βαθμούς κελσίου ανα μηνια	27
Διάγραμμα 35 Μέση υγρασία σε % ανα μηνια.....	27
Διάγραμμα 36 Θερμοκρασία & υγρασία	27
Διάγραμμα 37 Μέση θερμοκρασία σε βαθμούς κελσίου ανα μηνια	28
Διάγραμμα 38 Μέση υγρασία σε % ανα μηνια.....	28
Διάγραμμα 39 Μέση θερμοκρασία σε βαθμούς κελσίου ανα μηνια	30
Διάγραμμα 40 Μέση υγρασία σε % ανα μηνια.....	30
Διάγραμμα 41 Μέση θερμοκρασία & υγρασία ανα μηνια.....	30
Διάγραμμα 42 Θερμοκρασία & υγρασία	31
Διάγραμμα 43 Συνολική θερμοκρασία ανά χωρο	31
Διάγραμμα 44 Συνολική υγρασία ανα χωρο	32
Διάγραμμα 45 Μέση ταχύτητα αέρα ανά μήνα.....	32
Διάγραμμα 46 Συσχέτιση υγρασία/ ατμοσφαιρική πίεση/ ταχύτητα αέρα	33
Διάγραμμα 47 Συσχέτιση ταχύτητα αέρα/ σημείο δρόσου/ θερμοκρασία.....	33

Διάγραμμα 48 Μέσο σημείο δρόσου ανά μήνα	34
Διάγραμμα 49 Συσχέτιση θερμοκρασία/ σημείο δρόσου	34
Διάγραμμα 50 Συσχέτιση σημείο δρόσου/ υγρασία/ εξωτερική υγρασία/ εξωτερική θερμοκρασία	34
Διάγραμμα 51 Συσχέτιση εξωτερική θερμοκρασία/ εξωτερική υγρασία/ ορατότητα/ ταχύτητα αέρα.....	35
Διάγραμμα 52 Μέση ορατότητα ανά μήνα.....	36
Διάγραμμα 53 Συσχέτιση εξωτερική υγρασία/ εξωτερική θερμοκρασία/ σημείο δρόσου/ ταχύτητα αέρα.....	36
Διάγραμμα 54 Μέση ενεργειακή κατανάλωση/ ηλεκτρικές συσκευές & φώτα ανα μήνα	38
Διάγραμμα 55 Μέση ενεργειακή κατανάλωση ανά μήνα ανα ημέρα εβδομάδας & ανα ημέρα σαββατοκύριακου	39
Διάγραμμα 56 Σημαντικοί παράγοντες επιρροής για την ενεργειακή κατανάλωση/ ηλεκτρικές συσκευές.....	39
Διάγραμμα 57 Σημαντικοί παράγοντες επιρροής για την ενεργειακή κατανάλωση/ φώτα ...	40
Διάγραμμα 58 Υγρασία και θερμοκρασία συσχέτιση με ενεργειακή κατανάλωση/ ηλεκτρικές συσκευές.....	41
Διάγραμμα 59 Υγρασία και θερμοκρασία συσχέτιση με ενεργειακή κατανάλωση/ φώτα	41
Διάγραμμα 60 Συσχέτιση εξωτερική- εσωτερική υγρασία.....	42
Διάγραμμα 61 Συσχέτιση θερμοκρασία εσωτερική-εξωτερική	43
Διάγραμμα 62 Σημαντικοί παράγοντες επιρροής για σημείο δρόσου	43
Διάγραμμα 63 Σημαντικοί παράγοντες επιρροής για ταχύτητα αέρα.....	44
Διάγραμμα 64 Σημαντικοί παράγοντες επιρροής για ορατότητα.....	45
Διάγραμμα 65 Χρονοσειρά ενεργειακής κατανάλωσης/ ηλεκτρικές συσκευές.....	47
Διάγραμμα 66 Χρονοσειρά ενεργειακής κατανάλωσης/ φώτα.....	47
Διάγραμμα 67 ενεργειακή κατανάλωση ενεργειακες συσκευές/ φώτα ανα μήνα.....	48
Διάγραμμα 68 Ενεργειακή κατανάλωση ανά ημέρα/ ηλεκτρικές συσκευές ανα ημέρα.....	49
Διάγραμμα 69 Ενεργειακή κατανάλωση ανά ημέρα/ φώτα ανάημερα.....	50
Διάγραμμα 70 Ενεργειακή κατανάλωση ανά ημέρα/ ηλεκτρικές συσκευές & φώτα.....	50
Διάγραμμα 71 Ενεργειακή κατανάλωση ανά ώρα/ ηλεκτρικές συσκευές.....	51
Διάγραμμα 72 Ενεργειακή κατανάλωση ανά ώρα/ φώτα	52
Διάγραμμα 73 Ενεργειακή κατανάλωση ανά ώρα/ ηλεκτρικές συσκευές & φώτα.....	52
Διάγραμμα 76 Χάρτης θερμότητας ενεργειακής κατανάλωσης/ υγρασία	53
Διάγραμμα 77 Χάρτης θερμότητας ενεργειακής κατανάλωσης/ θερμοκρασία	54
Διάγραμμα 78 Χάρτης θερμότητας ενεργειακής κατανάλωσης/ άλλοι παράγοντες	55
Διάγραμμα 79 Διάγραμμα διασποράς θερμοκρασίας.....	56
Διάγραμμα 80 Διάγραμμα διασποράς υγρασίας	57
Διάγραμμα 83 Ενεργειακή κατανάλωση σε διάστημα ημέρας/ ηλεκτρικές συσκευές.....	59
Διάγραμμα 84 Ενεργειακή κατανάλωση ανά ημέρα/ ηλεκτρικές συσκευές.....	60
Διάγραμμα 85 Ενεργειακή κατανάλωση ανά μήνα/ ηλεκτρικές συσκευές	60
Διάγραμμα 86 Ενεργειακή κατανάλωση σε διάστημα ημέρας/ ηλεκτρικές συσκευές.....	61
Διάγραμμα 87 Ενεργειακή κατανάλωση ανά ημέρα/ φώτα.....	62
Διάγραμμα 88 Ενεργειακή κατανάλωση ανά μήνα/ φώτα.....	62
Διάγραμμα 89 Ενεργειακή κατανάλωση ανά μήνα/ ηλεκτρικές συσκευές & φώτα	63
Διάγραμμα 90 Συσχέτιση θερμοκρασίας-υγρασίας/ ηλεκτρικές συσκευές & φώτα	64

1. Εισαγωγή

Την τελευταία δεκαετία, ο τεράστιος όγκος πληροφοριών απασχολεί και επηρεάζει πολλούς κλάδους όπως η τεχνολογία, η επιχειρηματικότητα κλπ. Υπάρχει μεγάλη εξέλιξη στην ισχύ των υπολογιστών και στην χωρητικότητα αποθήκευσης και τα δεδομένα παράγονται με απίστευτο ρυθμό. Η ικανότητά μας να συλλέγουμε δεδομένα, επηρέασε και τον τρόπο που αντιμετωπίζουμε τις πληροφορίες. Τις περισσότερες φορές, τα δεδομένα αποθηκεύονται χωρίς φιλτράρισμα για κάποια μελλοντική χρήση. Ωστόσο, για να εκμεταλλευτούμε αυτόν τον τεράστιο όγκο της πληροφορίας πρέπει να μετατρέψουμε τα ακατέργαστα δεδομένα που δεν έχουν αξία σε χρήσιμες πληροφορίες.

Στην σημερινή εποχή χρησιμοποιούνται εργαλεία λογισμικού για να βοηθήσουν στην οργάνωση της πληροφορίας και να δημιουργήσουν χρήσιμες απεικονίσεις. Η οπτική ανάλυση αναπαριστά τις πληροφορίες, επιτρέποντας στον άνθρωπο να αλληλοεπιδρά άμεσα με τα δεδομένα, ώστε να αποκτήσει γνώσεις, να εξάγει συμπεράσματα και για να πάρει καλύτερες αποφάσεις. Ο στόχος της έρευνας οπτικής ανάλυσης είναι να μετατρέψει τα δεδομένα σε χρήσιμες πληροφορίες. Το πλεονέκτημα της οπτικής ανάλυσης, είναι ότι διευκολύνει την απεικόνιση των δεδομένων και την κάνει κατανοητή, ανεξαρτήτως των γνώσεων και του μορφωτικού επιπέδου.

Σε αυτή την διπλωματική εργασία θα ασχοληθούμε με την οπτικοποίηση της ανάλυσης των δεδομένων στην ενεργειακή κατανάλωση. Για αυτό τον σκοπό, θα χρησιμοποιήσουμε τέσσερα εργαλεία, το Tableau, το Power BI, την Python και την R.

Με την βοήθεια των παραπάνω προγραμμάτων, θα αναλύσουμε τα δεδομένα μας, πιο συγκεκριμένα, θα μας απασχολήσει η μελέτη ενός σπιτιού στο Βέλγιο καθώς και οι διάφορες μετρήσεις που επηρεάζουν άμεσα και έμμεσα την ενεργειακή κατανάλωση σε αυτό.

Το σύνολο δεδομένων¹ περιλαμβάνει μετρήσεις ανά 10 λεπτά για περίπου 4,5 μήνες. Οι συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας του σπιτιού παρακολουθήθηκαν με ασύρματο δίκτυο αισθητήρων ZigBee². Κάθε ασύρματος κόμβος μετέδιδε τις συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας περίπου 3,3 λεπτά. Στη συνέχεια, τα ασύρματα δεδομένα υπολογίστηκαν κατά μέσο όρο για περιόδους 10 λεπτών. Τα ενεργειακά δεδομένα καταγράφονταν κάθε 10 λεπτά με μετρητές ενέργειας m-bus³. Ο καιρός λήφθηκε από τον πλησιέστερο μετεωρολογικό σταθμό του αεροδρομίου (Αεροδρόμιο Chievres, Βέλγιο) από ένα δημόσιο σύνολο δεδομένων, το Reliable Prognosis (rp5.ru⁴) και συγχωνεύτηκε μαζί με τα πειραματικά σύνολα δεδομένων χρησιμοποιώντας τη στήλη ημερομηνίας και ώρας.

Πιο αναλυτικά, το σπίτι απαρτίζεται από οχτώ δωμάτια, το δωμάτιο της κουζίνας, το σαλόνι, το γραφείο, το μπάνιο, το δωμάτιο που περιέχει το σίδερο, το δωμάτιο του πλυντηρίου, το εφηβικό δωμάτιο και το δωμάτιο των γονιών. Σε αυτούς τους χώρους υπάρχουν φώτα και ηλεκτρικές συσκευές για τα οποία θα μελετήσουμε την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας και πως μεταβάλλεται ανάλογα με συγκεκριμένους παράγοντες. Οι δύο πιο σημαντικοί είναι η θερμοκρασία και η υγρασία τόσο του εσωτερικού χώρου του σπιτιού, όσο και του εξωτερικού.

¹ <https://www.kaggle.com/msand1984/appliance-energy-prediction>

² <https://zigbeealliance.org/solution/zigbee/>

³ <https://m-bus.com/>

⁴ <https://rp5.ru/>

Ακόμη, θα παρατηρήσουμε την σχέση της κατανάλωσης με άλλους παράγοντες όπως η ατμοσφαιρική πίεση, το σημείο δρόσου και η ταχύτητα του ανέμου.

Πρώτα, θα αναλύσουμε τα δεδομένα μας με την χρήση του Tableau και σαν πρώτο πρόγραμμα θα αναλύσουμε κάθε δωμάτιο ξεχωριστά, ώστε να έχουμε εικόνα για την θερμοκρασία αλλά και την υγρασία του. Έπειτα θα δούμε κάποια συγκεντρωτικά διαγράμματα, ώστε να μπορέσουμε να βγάλουμε κάποια συμπεράσματα σχετικά με την αλληλεπίδραση των παραγόντων ως προς την ενεργειακή κατανάλωση.

Στην συνέχεια θα προχωρήσουμε στο Power BI, ένα διαφορετικό πρόγραμμα για την οπτικοποίηση των δεδομένων μας, στο οποίο θα έχουμε περισσότερα συνδυαστικά γραφήματα για να παρακολουθήσουμε την πορεία των δεδομένων με βάση τον χρόνο.

Επόμενο πρόγραμμα είναι η γλώσσα προγραμματισμού Python στην οποία θα επικεντρωθούμε στην ανάλυση τόσο με γνώμονα τον χρόνο όσο και την αλληλεξάρτηση μεταξύ των μεταβλητών.

Τελευταίο πρόγραμμα θα είναι η γλώσσα προγραμματισμού R κατά την οποία θα έχουμε αντίστοιχη ανάλυση με τα παραπάνω προγράμματα, ώστε να μπορέσουμε να συγκρίνουμε τόσο τα αποτελέσματα τους όσο και την εμπειρία χρήσης του κάθε ξεχωριστού προγράμματος.

Συνεπώς, μετά την χρήση και των τεσσάρων προγραμμάτων θα μπορέσουμε να καταλήξουμε τόσο σε συμπεράσματα για τα δεδομένα όσο και για τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα κάθε προγράμματος αλλά και την συνολική εμπειρία από αυτά.

2. Data set/ Δεδομένα έρευνας

Παρακάτω, παρουσιάζονται τα δεδομένα της έρευνας τα οποία θα αναλύσουμε εκτενώς στις επόμενες ενότητες.

- Appliances, Ηλεκτρικές συσκευές, μέτρηση ενέργειας σε Wh (Watt ανά ώρα)
- lights, Φώτα, μέτρηση ενέργειας σε Wh (Watt ανά ώρα)
- T1, θερμοκρασία στο δωμάτιο της κουζίνας σε βαθμούς Κελσίου, RH1, υγρασία δωματίου σε % (ποσοστό)
- T2, θερμοκρασία στο σαλόνι σε βαθμούς Κελσίου, RH2, υγρασία δωματίου σε % (ποσοστό)
- T3, θερμοκρασία στο δωμάτιο με το πλυντήριο σε βαθμούς Κελσίου, RH3, υγρασία δωματίου σε % (ποσοστό)
- T4, θερμοκρασία στο γραφείο σε βαθμούς Κελσίου, RH4, υγρασία δωματίου σε % (ποσοστό)
- T5, θερμοκρασία στο μπάνιο σε βαθμούς Κελσίου, RH5, υγρασία δωματίου σε % (ποσοστό)
- T6, θερμοκρασία στην εξωτερική, βόρεια πλευρά του κτηρίου σε βαθμούς Κελσίου, RH6, υγρασία σε % (ποσοστό)
- T7, θερμοκρασία στο δωμάτιο με το σίδερο σε βαθμούς Κελσίου, RH7, υγρασία δωματίου σε % (ποσοστό)
- T8, θερμοκρασία στο εφηβικό δωμάτιο σε βαθμούς Κελσίου, RH8, υγρασία δωματίου σε % (ποσοστό)
- T9, θερμοκρασία στο δωμάτιο των γονιών σε βαθμούς Κελσίου, RH9, υγρασία δωματίου σε % (ποσοστό)
- To, θερμοκρασία στον εξωτερικό χώρο από το μετεωρολογικό κέντρο Chienres σε βαθμούς Κελσίου, RHout, εξωτερική υγρασία σε % (ποσοστό)
- Pressure, Ατμοσφαιρική πίεση από το μετεωρολογικό κέντρο Chienres σε mm Hg (χιλιοστόμετρο στήλης υδραργύρου)⁵
- Wind speed, Ταχύτητα του αέρα από το μετεωρολογικό κέντρο Chienres, σε m/s⁶ (μέτρο ανά δευτερόλεπτο)
- Visibility, Ορατότητα από το μετεωρολογικό κέντρο Chienres, σε km (χιλιόμετρα)
- Tdewpoint, Σημείο δρόσου από το μετεωρολογικό κέντρο Chienres, σε $\hat{A}^{\circ}C$ ⁷ (Βαθμούς Κελσίου)

⁵

https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A7%CE%B9%CE%BB%CE%B9%CE%BF%CF%83%CF%84%CF%8C%CE%BC%CE%B5%CF%84%CF%81%CE%BF_%CF%83%CF%84%CE%AE%CE%BB%CE%B7%CF%82_%CF%85%CE%B4%CF%81%CE%B1%CF%81%CE%B3%CF%8D%CF%81%CE%BF%CF%85

⁶ <https://en.wikipedia.org/wiki/M/S>

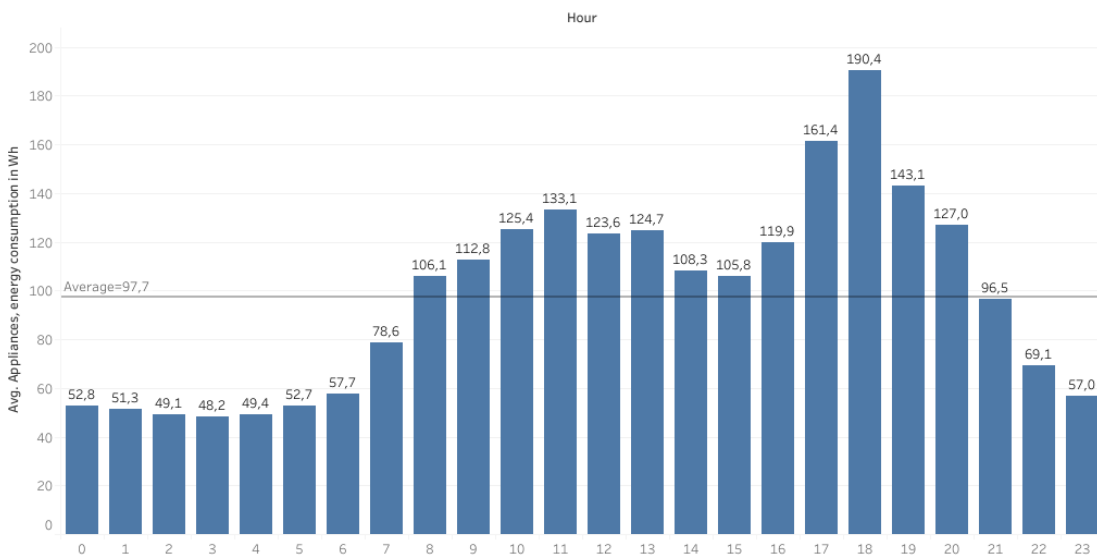
⁷ <https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Appliances+energy+prediction>

3. Ανάλυση δεδομένων με την χρήση του Tableau

Αρχικά θα κάνουμε ανάλυση των δεδομένων μας με το πρόγραμμα Tableau. Το Tableau είναι ένα ισχυρό εργαλείο Business Intelligence, που διαχειρίζεται τη ροή δεδομένων και μετατρέπει τα δεδομένα σε πληροφορίες που μπορούν να είναι χρήσιμες για την επιχείρηση. Θα δούμε στην συνέχεια, διαφόρους τύπους διαγραμμάτων και την επεξήγηση καθενός από αυτά στο κάτω μέρος της κάθε απεικόνισης.

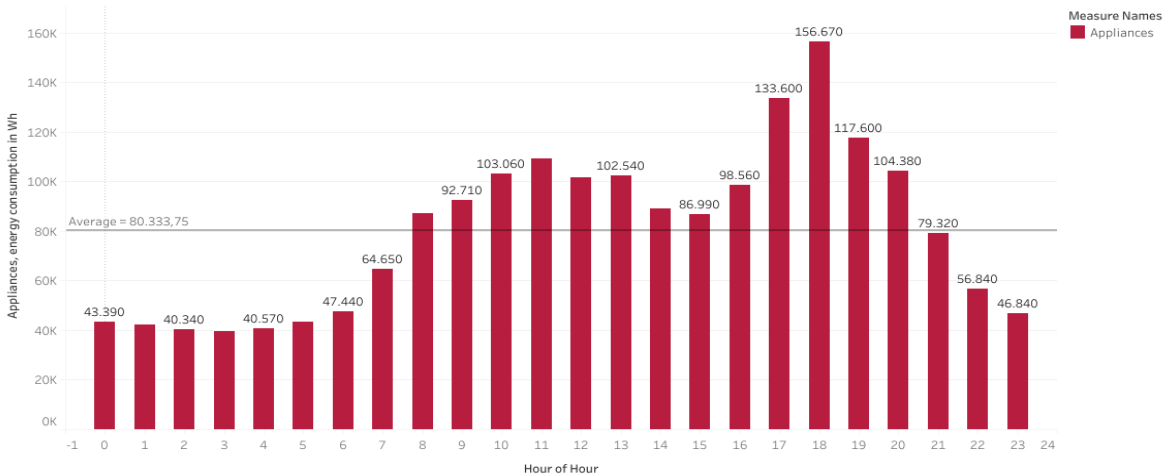
Ενεργειακή κατανάλωση για τις ηλεκτρικές συσκευές

Energy consumption / Appliances per Hour



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1 | ΜΕΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ | ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΑΝΑ ΩΡΑ

Energy Consumption / Appliances per hour sum



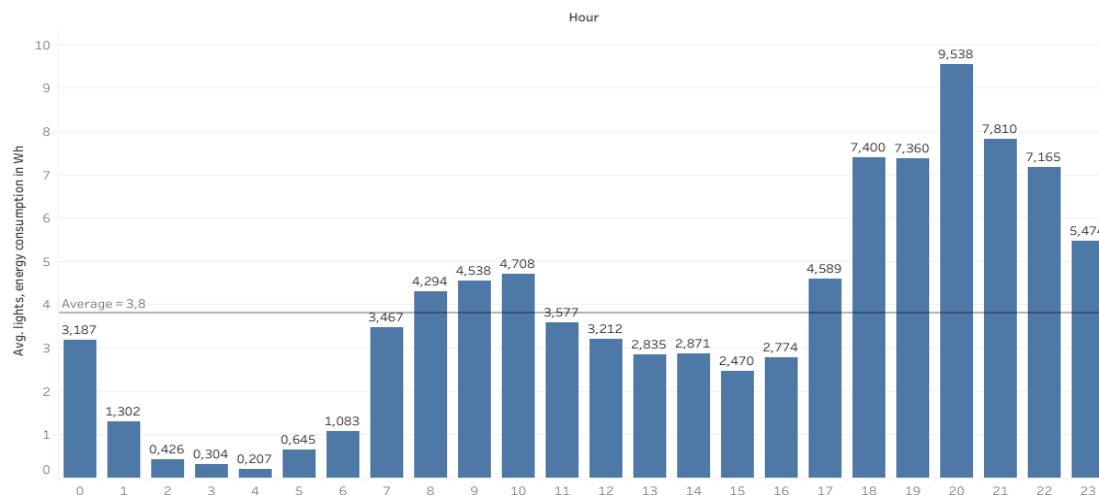
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2 | ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ | ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΑΝΑ ΩΡΑ

Στα παραπάνω διαγράμματα βλέπουμε την συνολική κατανάλωση των συσκευών του σπιτιού σε Wh σε σχέση με τις ώρες της ημέρας σε Average και Sum.

Όπως παρατηρούμε στο μαπαρόγραμμα 1-2, η μεγαλύτερη κατανάλωση συγκεντρώνεται μεταξύ των 17:00 μ.μ. έως και τις 20:00 μ.μ., με την μεγαλύτερη κατανάλωση να συγκεντρώνεται στις 18.00 μ.μ. (190,4Wh). Σε αντίθεση με την μικρότερη ενεργειακή κατανάλωση που παρατηρείται από τις 00:00 μέχρι τις 06:00 π.μ. με ελάχιστη μέτρηση στις 03:00 π.μ. (48,2 Wh)

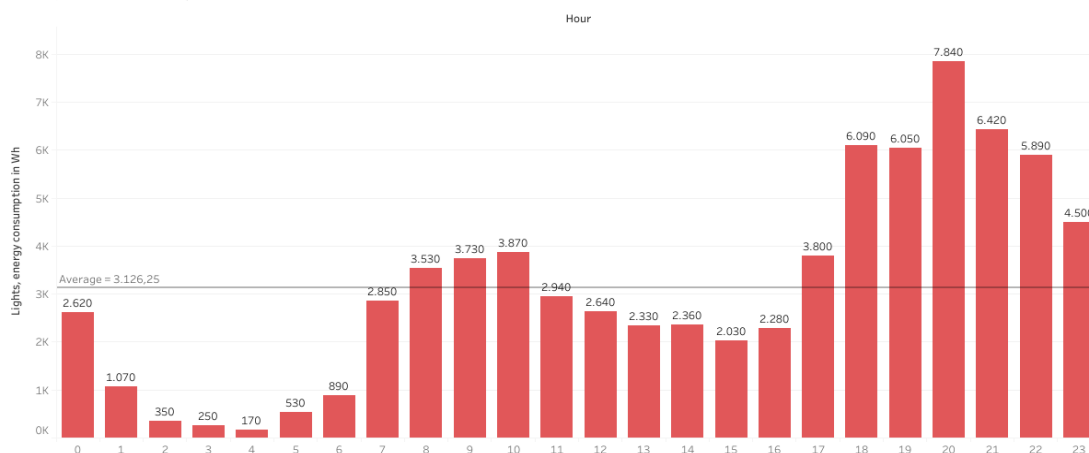
Ενεργειακή κατανάλωση για τα φώτα

Energy consumption / Lights



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3 | ΜΕΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ | ΦΩΤΑ ΑΝΑ ΩΡΑ

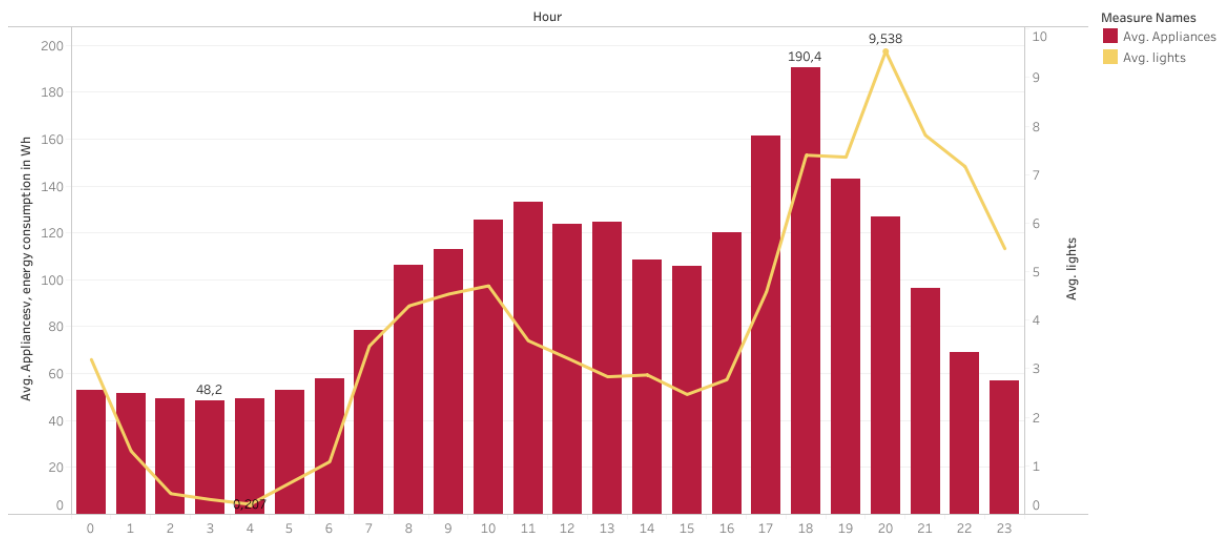
Energy Consumption / Lights per Hour sum



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4 | ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ | ΦΩΤΑ ΑΝΑ ΩΡΑ

Στα παραπάνω μαπαρογράμματα 3-4, παρατηρούμε την μέση και τη συνολική κατανάλωση που έχουμε από τα φώτα σε Wh ανά ώρες ημέρας. Όπως τα περιμέναμε η μεγαλύτερη κατανάλωση συγκεντρώνεται μετά τις 18:00 το απόγευμα, όπου υπάρχει ανάγκη για φως. Η μέγιστη κατανάλωση σημειώνεται μεταξύ 20:00-21:00 μ.μ. (9,538Wh). Ενώ, η μικρότερη κατανάλωση σημειώνεται στις 04:00 π.μ. με (0,207 Wh).

Total energy consumption per Hour

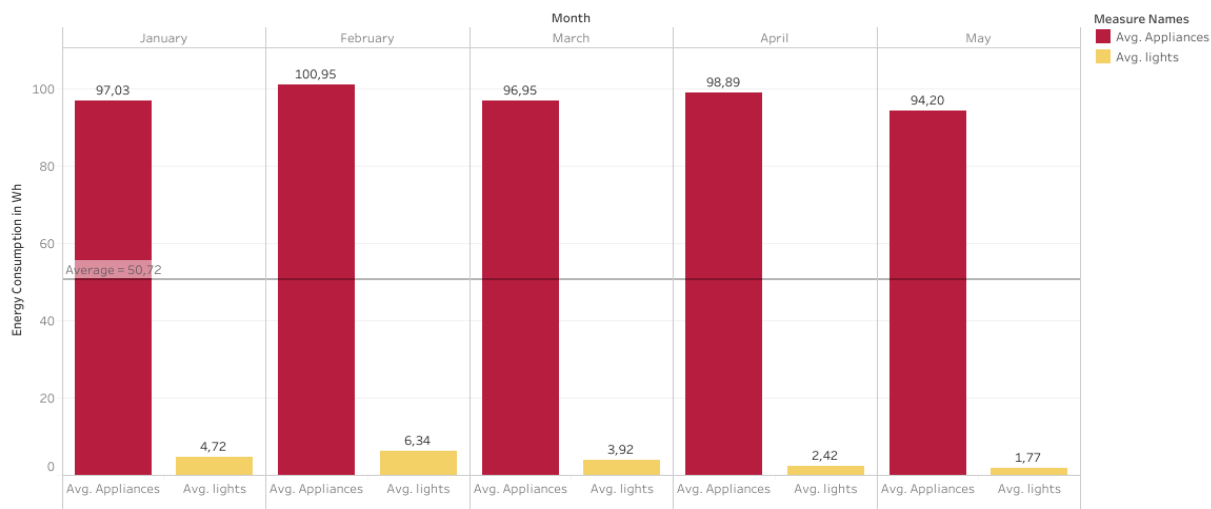


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5 | ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΑΝΑ ΩΡΑ

Στο συνολικό μπάρογραμμα σε συνδυασμό με γραμμογράφημα παρατηρούμε την μέση ενεργειακή κατανάλωση τόσο για τα φώτα όσο και για τις ηλεκτρικές συσκευές. Οι δύο μεταβλητές (ηλεκτρικές συσκευές, φώτα) έχουν παρόμοια πορεία με μέγιστη τιμή τις απογευματινές ώρες. Πιο αναλυτικά, τα φώτα σημειώνουν την μέγιστη τιμή τους στις 20:00 μ.μ. με 9,5 Wh, ενώ οι ηλεκτρικές συσκευές μεγιστοποιούν την μέση ενεργειακή τους κατανάλωση στις 18:00 μ.μ. με 190,4 Wh.

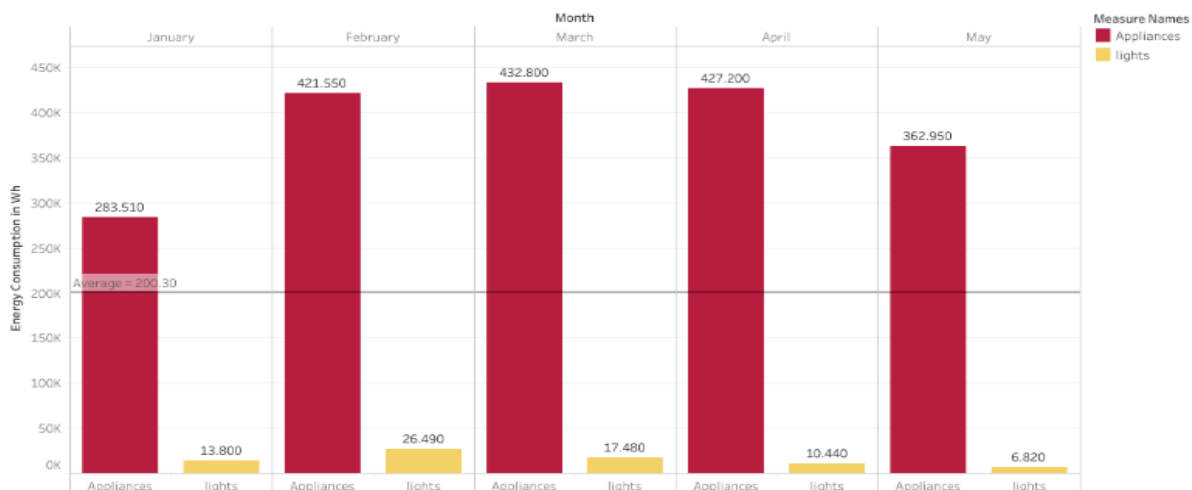
Μέση και συνολική ενεργειακή κατανάλωση

Energy Consumption (avg) / Month



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 6 | ΜΕΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΑΝΑ ΜΗΝΑ

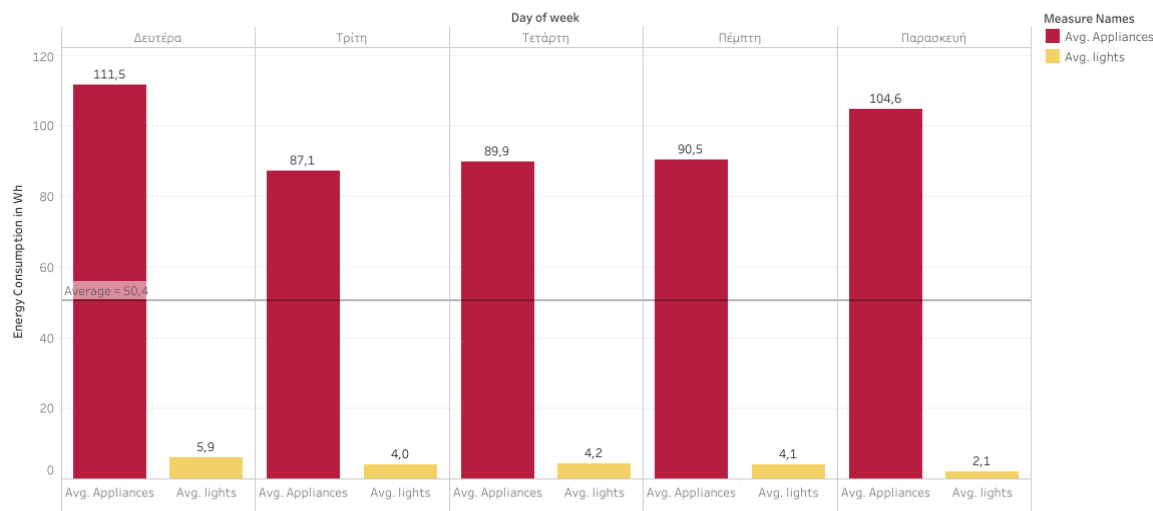
Energy Consumption (sum) / Month



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 7 | ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΑΝΑ ΜΗΝΑ

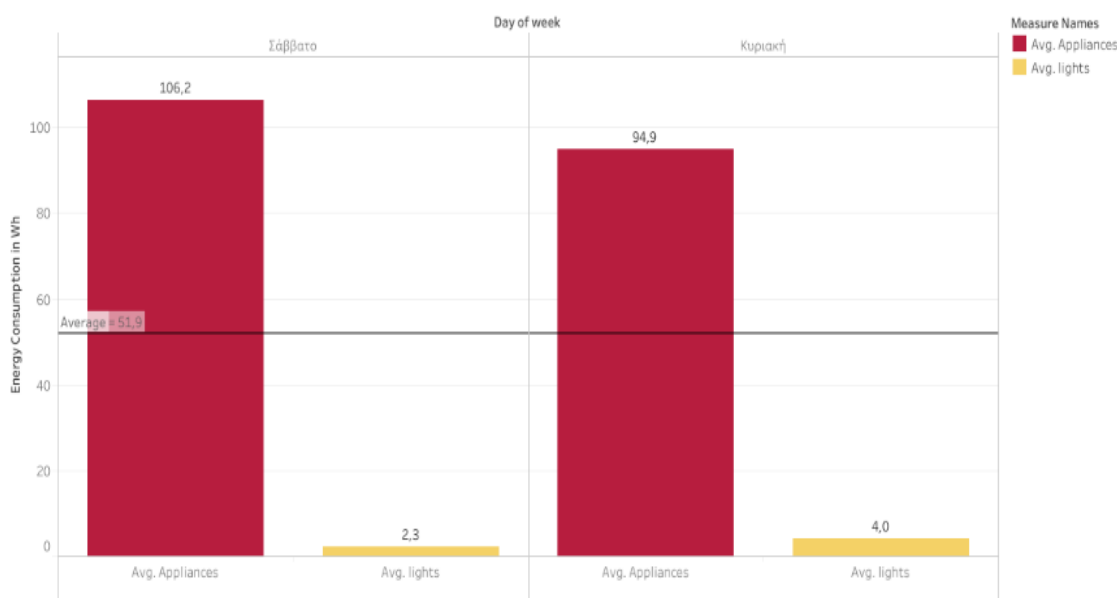
Στα παραπάνω διαγράμματα 6-7, παρατηρούμε τα δεδομένα που έχουμε για τη συνολική κατανάλωση σε Wh ανά μήνα σε ηλεκτρικές συσκευές και φώτα. Γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι η μέγιστη κατανάλωση, όσον αφορά τις συσκευές είναι τον μήνα Μάιο με 432.800 Wh. Σε αντίθεση με την μέγιστη κατανάλωση από τα φώτα η οποία παρατηρείται τον Φεβρουάριο με 26.490 Wh. Είναι φυσιολογικό να παρατηρείται μείωση στην κατανάλωση των φώτων όσο οι μήνες πλησιάζουν προς το καλοκαίρι, όπου η μέρα μεγαλώνει και δεν έχουμε την ίδια ανάγκη σε φως.

Energy Consumption / Day of week



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 9 | ΜΕΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΑΝΑ ΗΜΕΡΑ ΕΒΔΟΜΑΔΑΣ

Energy Consumption on Weekend

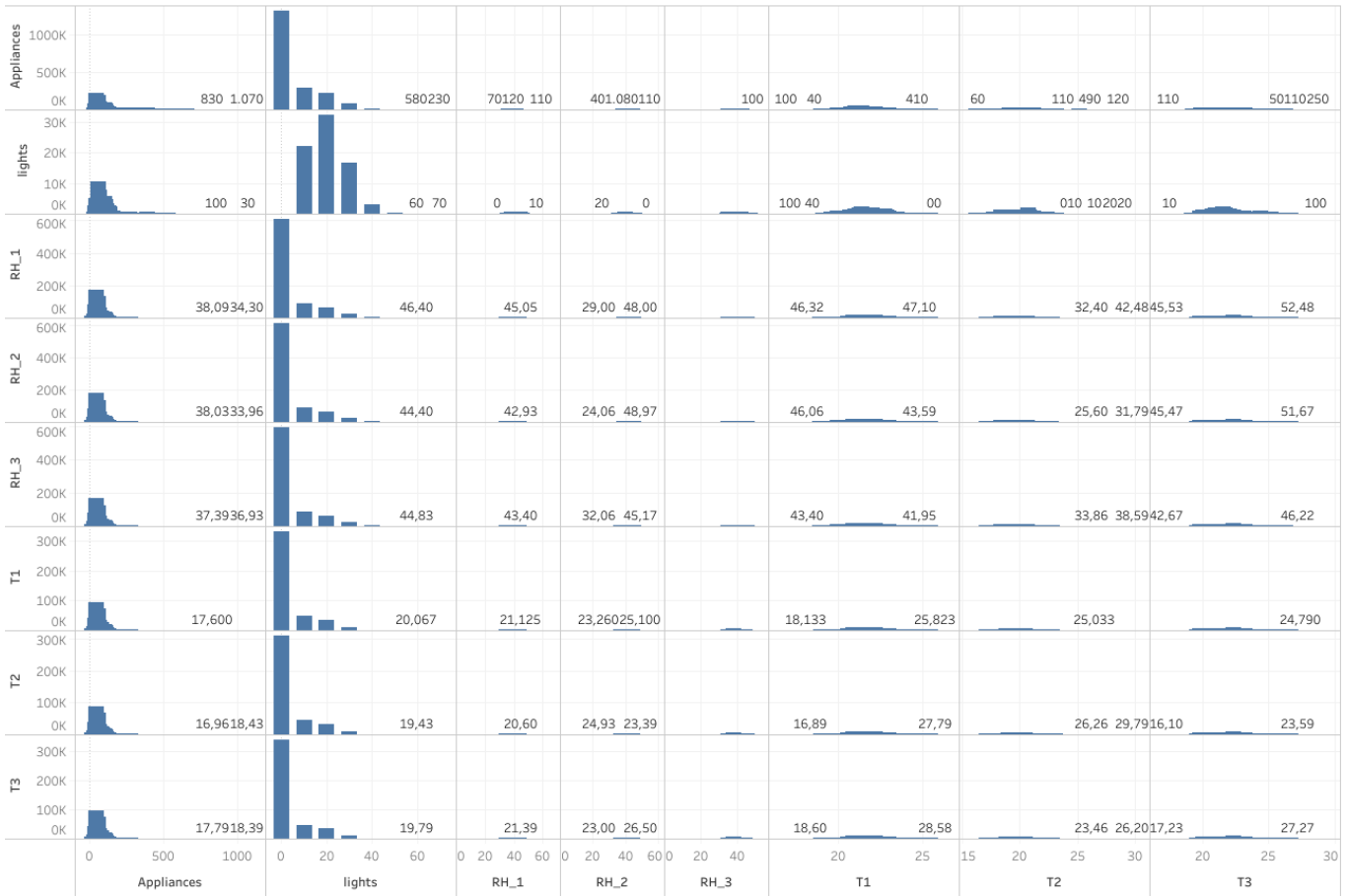


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 8 | ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΑΝΑ ΗΜΕΡΑ ΣΑΒΒΑΤΟΚΥΡΙΑΚΟΥ

Έπειτα, έχουμε τη συνολική κατανάλωση των συσκευών σε Wh ανά ημέρα εβδομάδας και Σαββατοκύριακου, όπου η μέγιστη κατανάλωση παρατηρείται στην πρώτη περίπτωση την Δευτέρα με 111,5 Wh μέση κατανάλωση. Στην δεύτερη περίπτωση του Σαββατοκύριακου η μεγαλύτερη μέση τιμή παρατηρείται το Σάββατο, 106,2 Wh. Σε αυτό το σημείο είναι σημαντικό να παρατηρήσουμε ότι η μέση τιμή του Σαββατοκύριακου 51,9 Wh είναι μεγαλύτερη από την μέση τιμή των υπόλοιπων ημερών 50,4 Wh, το οποίο σημαίνει ότι γίνεται μεγαλύτερη κατανάλωση τόσο σε φώτα όσο και σε συσκευές για τις ημέρες του Σαββατοκύριακου.

Συσχέτιση μεταξύ ενεργειακής κατανάλωσης/ θερμοκρασίας & υγρασίας

Correlation



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 10 | ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ

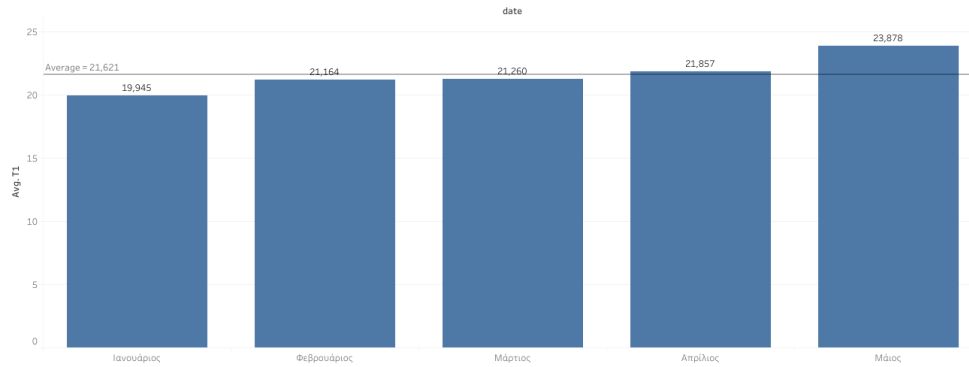
Στο παραπάνω διάγραμμα, παρατηρούμε την συσχέτιση μεταξύ της ηλεκτρικής κατανάλωσης ενέργειας και των στοιχείων της θερμοκρασίας και της υγρασίας τριών δωματίων.

Πιο συγκεκριμένα, θα αναφερθούμε στο δωμάτιο της κουζίνας, του δωματίου που είναι το πλυντήριο και του σαλονιού τα οποία όπως θα δούμε στην συνέχεια είναι σημαντικοί παράγοντες για την ενεργειακή πρόβλεψη. Παρατηρούμε, ότι τα φώτα έχουν μια πιο γραμμική σχέση εξάρτησης με τις μεταβλητές τις υγρασίας και της θερμοκρασίας σε σχέση με τις ηλεκτρικές συσκευές. Αυτό σημαίνει, ότι η χρήση τους επηρεάζεται περισσότερο από τις αυξομειώσεις της υγρασίας και της θερμοκρασίας σε αυτούς τους χώρους. Σε αντίθεση, με την ενεργειακή κατανάλωση των ηλεκτρικών συσκευών όπου δείχνει να μην επηρεάζεται σε τόσο μεγάλο βαθμό από τις διακυμάνσεις της θερμοκρασίας ή της υγρασίας.

Στα επόμενα διαγράμματα, θα δούμε ξεχωριστά κάθε δωμάτιο του χώρου, όσον αφορά τη θερμοκρασία σε βαθμούς Κελσίου και την υγρασία του σε ποσοστό επί τοις εκατό.

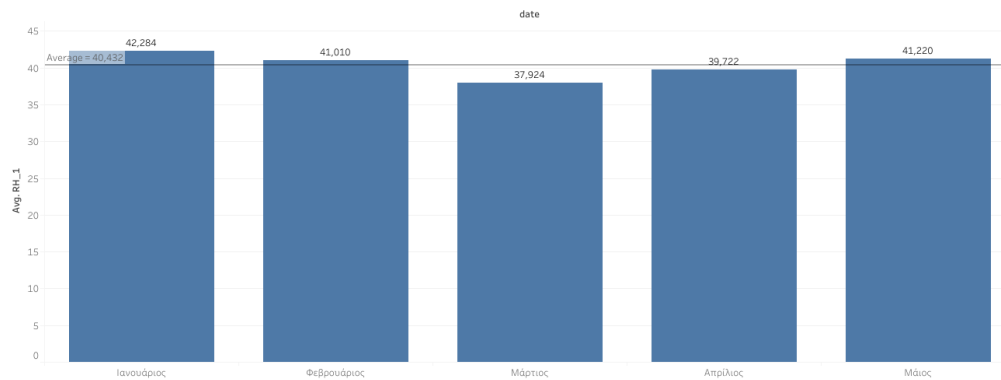
Ανάλυση θερμοκρασίας και υγρασίας για το δωμάτιο της κουζίνας

Temperature in kitchen area, in Celsius



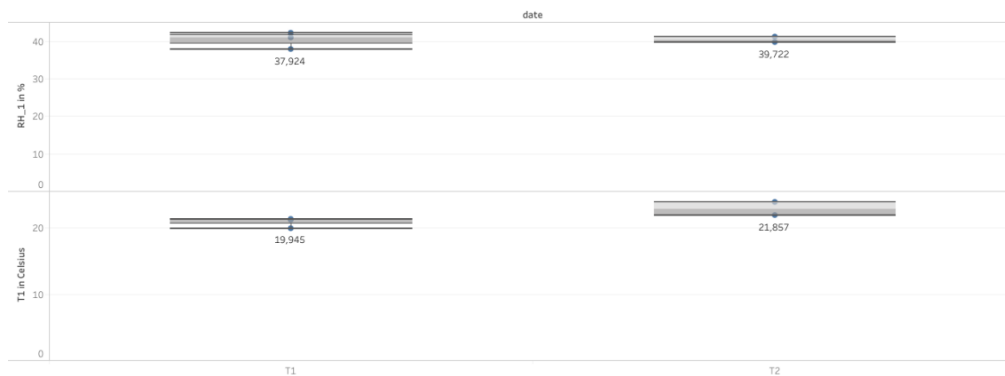
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 11 | ΜΕΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΣΕ ΒΑΘΜΟΥΣ ΚΕΛΣΙΟΥ ΑΝΑ ΜΗΝΑ

RH1, Humidity in kitchen area, in %



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 12 | ΜΕΣΗ ΥΓΡΑΣΙΑ ΣΕ % ΑΝΑ ΜΗΝΑ

Temp/hum per month T1



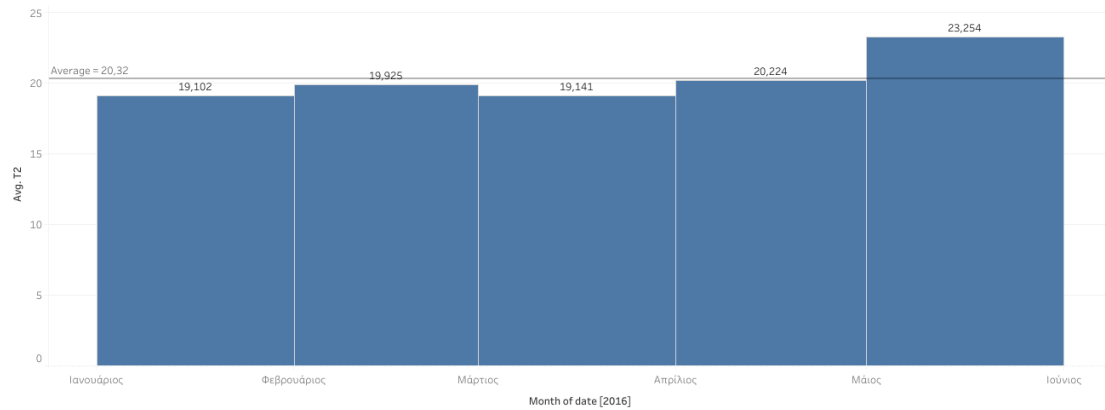
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 13 | ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ & ΥΓΡΑΣΙΑ

Πρώτο έχουμε το δωμάτιο της κουζίνας όπως παρατηρείται η μέση θερμοκρασία του κυμαίνεται στους 21 βαθμούς Κελσίου. Ενώ η υγρασία του δωματίου, στις μεσαίες τιμές της κυμαίνεται από 38% έως 40%

Στο συγκεκριμένο δωμάτιο για τους μήνες Ιανουάριο-Μάρτιο η μέση θερμοκρασία κυμαίνεται στους 20 βαθμούς Κελσίου ενώ η υγρασία στο 38%. Για τους μήνες Απρίλιο-Μάιο η θερμοκρασία δωματίου κυμαίνεται στους 22 βαθμούς, ενώ η υγρασία στο 40%.

Ανάλυση θερμοκρασίας και υγρασίας για το σαλόνι

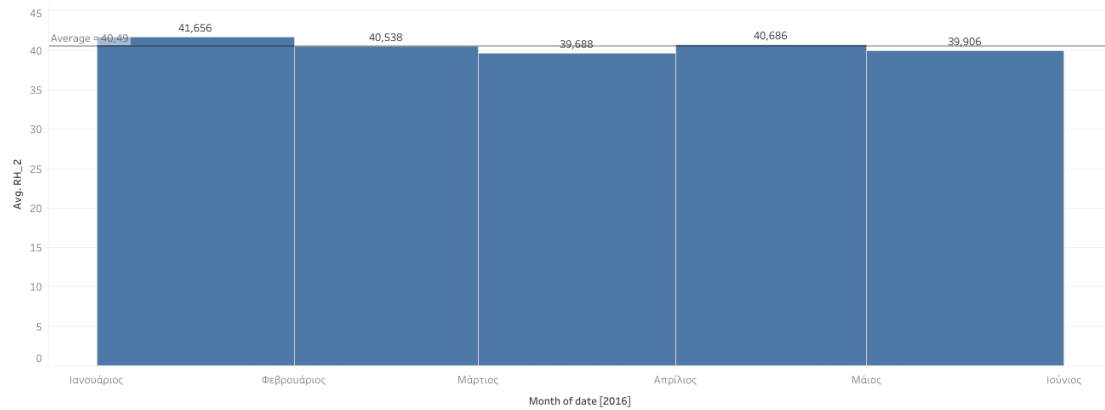
T2, Temperature in living room area, in Celsius



/

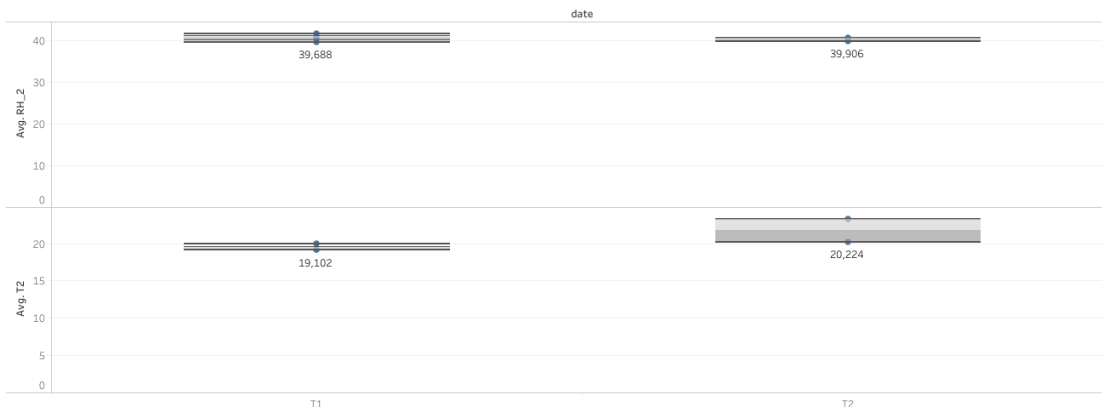
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 14 | ΜΕΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΣΕ ΒΑΘΜΟΥΣ ΚΕΛΣΙΟΥ ΑΝΑ ΜΗΝΑ

RH2, Humidity in living room area, in %



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 15 | ΜΕΣΗ ΥΓΡΑΣΙΑ ΣΕ % ΑΝΑ ΜΗΝΑ

Temp/hum per month T2



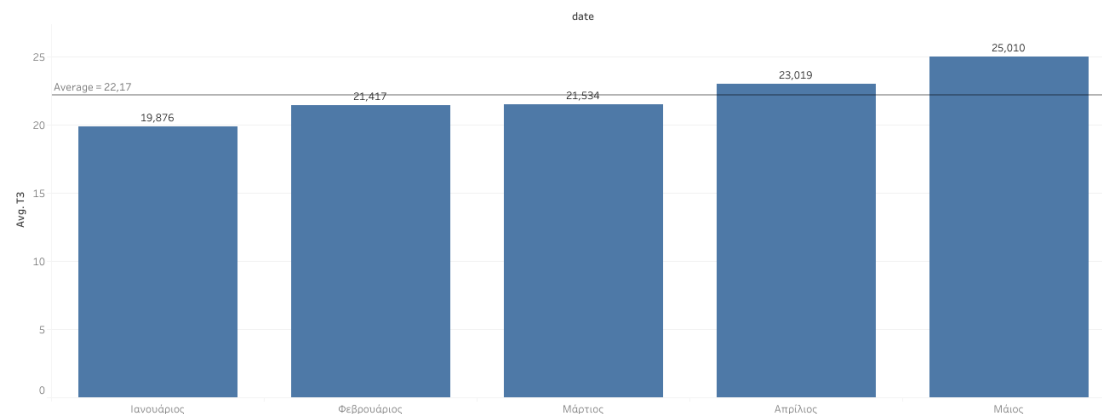
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 16 || ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ & ΥΓΡΑΣΙΑ

Στη συνέχεια έχουμε τις μετρήσεις για το σαλόνι. Πιο αναλυτικά το πρώτο διάγραμμα 14, μας δείχνει τη θερμοκρασία στο συγκεκριμένο δωμάτιο με την μέση τιμή να κυμαίνεται στους 20 βαθμούς Κελσίου. Στη συνέχεια παρατηρούμε ότι η μέση τιμή υγρασίας για το συγκεκριμένο δωμάτιο είναι στο 40%.

Πιο συγκεκριμένα βλέπουμε στο επόμενο διάγραμμα 16, ότι για τους μήνες Ιανουάριο με Μάρτιο η μέση τιμή της θερμοκρασίας για το σαλόνι είναι 19 βαθμοί Κελσίου, ενώ η μέση υγρασία είναι στο 40%. Σε αντίθεση με τους μήνες Απρίλιο με Μάιο όπου η μέση θερμοκρασία είναι στους 22 βαθμούς Κελσίου και η μέση τιμή υγρασίας είναι στο 40%. Εδώ παρατηρούμε διαφορά μόνο στη μέση τιμή θερμοκρασίας ανάμεσα στα δύο διαστήματα.

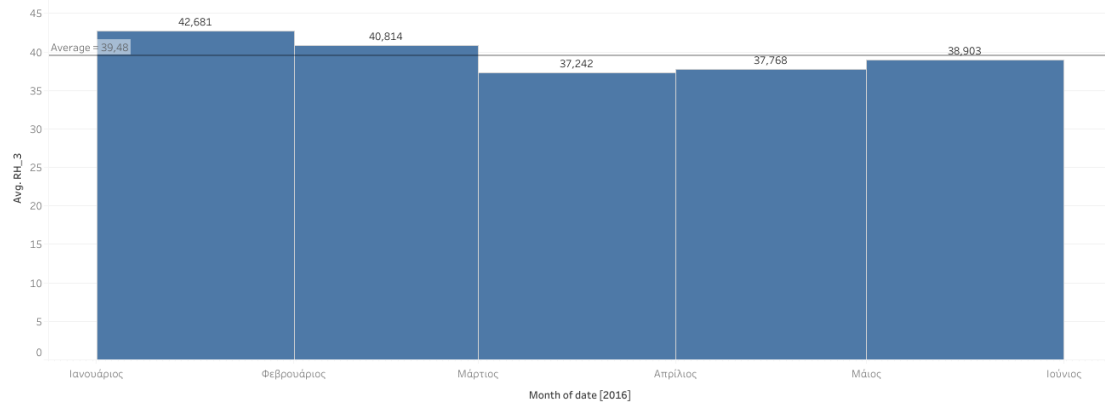
Ανάλυση θερμοκρασίας και υγρασίας για το δωμάτιο του πλυντηρίου

Temperature in laundry room area, in Celsius



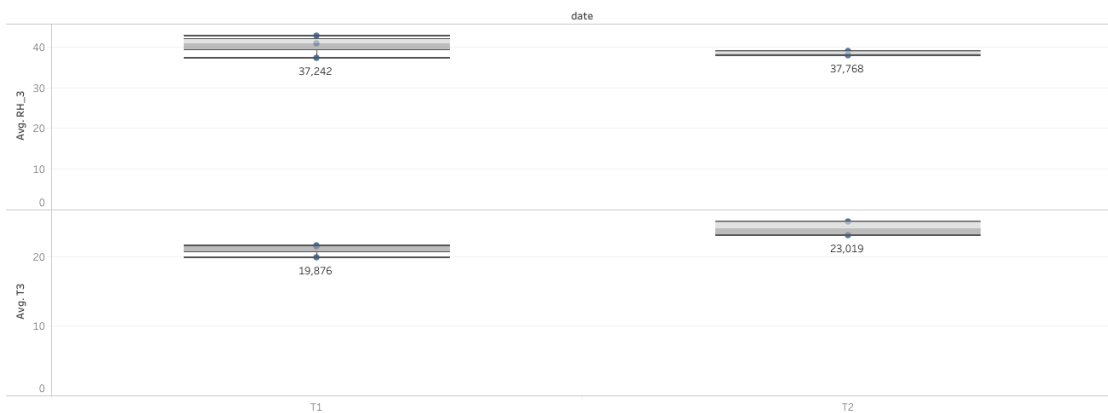
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 17 | ΜΕΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΣΕ ΒΑΘΜΟΥΣ ΚΕΛΣΙΟΥ ΑΝΑ ΜΗΝΑ

RH3, Humidity in laundry room area, in %



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 18 | ΜΕΣΗ ΥΓΡΑΣΙΑ ΣΕ % ΑΝΑ ΜΗΝΑ

Temp/hum per month T3



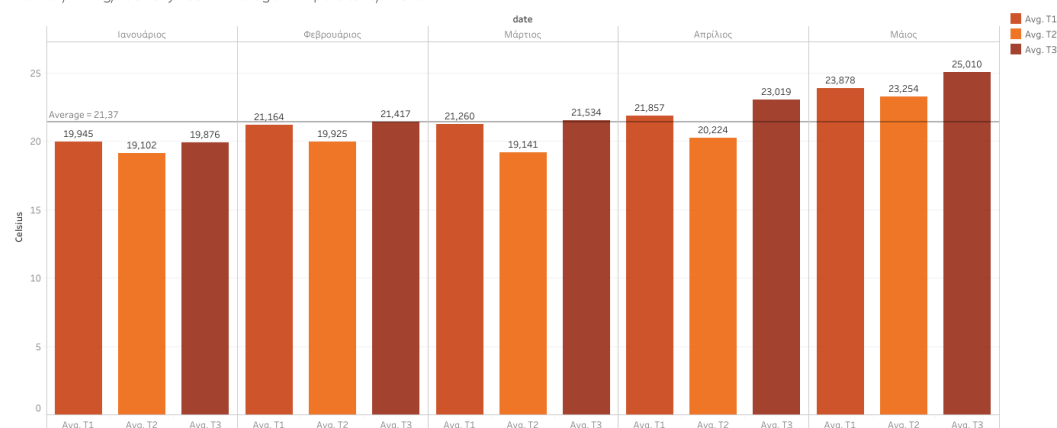
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 19 | ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ & ΥΓΡΑΣΙΑ

Στο μπαρόγραμμα 17-18, παρατηρούμε την θερμοκρασία και την υγρασία για το δωμάτιο όπου βρίσκεται το πλυντήριο.

Στο συγκεκριμένο δωμάτιο η μέση τιμή θερμοκρασίας είναι στους 22 βαθμούς Κελσίου και η μέση τιμή για την υγρασία είναι στο 39%. Όπως θα παρατηρήσουμε στο επόμενο μπαρόγραμμα 18, η μέση τιμή υγρασίας για το διάστημα Ιανουάριο με Μάρτιο είναι στο 41% σε αντίθεση με το διάστημα Απριλίου-Μαΐου που είναι στο 38%. Όσον αφορά τη θερμοκρασία για το πρώτο διάστημα η μέση τιμή της είναι στους 21 βαθμούς Κελσίου ενώ για το δεύτερο χρονικό διάστημα είναι στους 24 βαθμούς Κελσίου.

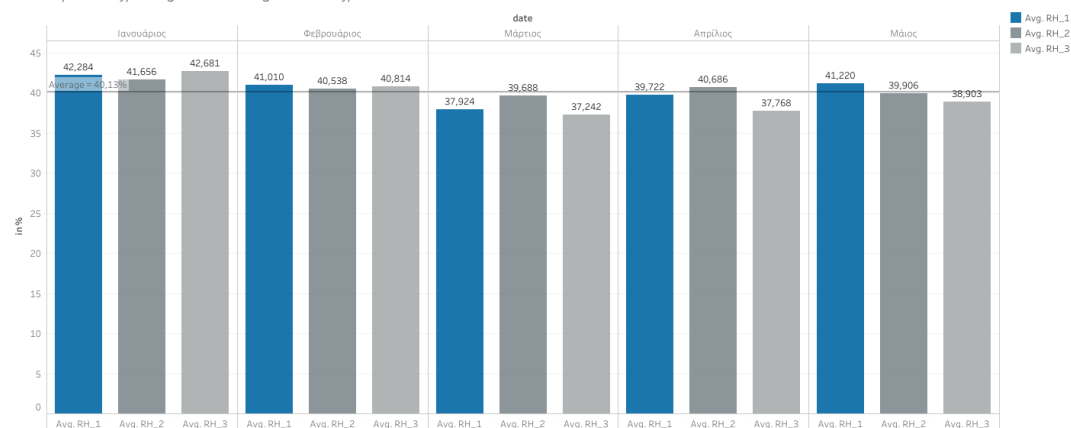
Συσχέτιση Κουζίνας/ Σαλονιού/ Δωματίου πλυντηρίου

Kitchen/Living/Laundry room Average Temperature/ Month



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 20 | ΜΕΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΣΕ ΒΑΘΜΟΥΣ ΚΕΛΣΙΟΥ ΑΝΑ ΧΩΡΟ ΚΑΙ ΜΗΝΑ

Kitchen/Laundry/Living room Average Humidity/ Month



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 21 | ΜΕΣΗ ΥΓΡΑΣΙΑ ΣΕ % ΑΝΑ ΧΩΡΟ ΚΑΙ ΜΗΝΑ

Στα δύο παραπάνω διαγράμματα 20-21, συγκρίνουμε τις θερμοκρασίες και τις υγρασίες στα δωμάτια της κουζίνας, το δωμάτιο που έχει το πλυντήριο και το σαλόνι καθώς παρατηρήσαμε ότι είναι υψίστης σημασίας για την ενεργειακή πρόβλεψη.

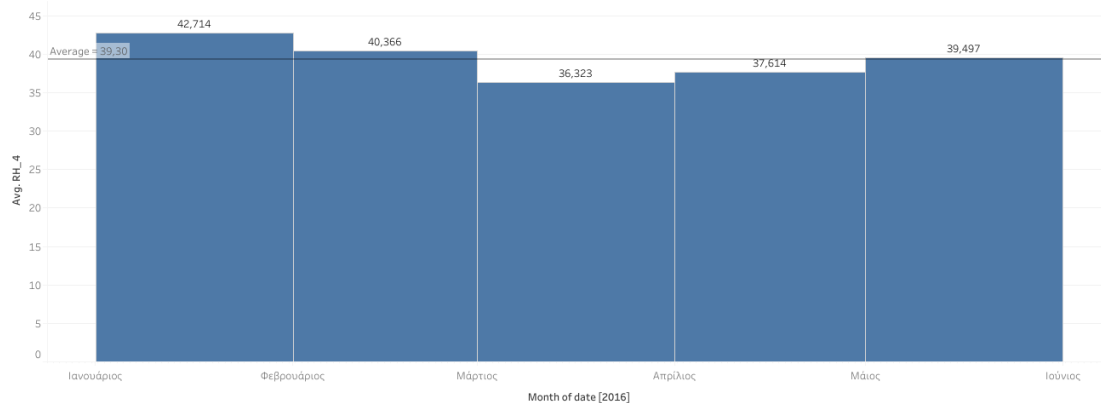
Πιο συγκεκριμένα, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η θερμοκρασία στο δωμάτιο του πλυντηρίου αυξάνεται με μεγαλύτερη ταχύτητα από ότι τα υπόλοιπα δωμάτια. Επόμενη είναι η κουζίνα σε βαθμό αύξησης θερμοκρασίας σε μηνιαίο επίπεδο και τελευταίο είναι το σαλόνι το οποίο έχει μικρότερη μεταβολή μέσης τιμής θερμοκρασίας.

Παρατηρούμε ότι η σχέση υγρασίας και θερμοκρασίας είναι αντιστρόφως ανάλογη, που σημαίνει ότι όσο αυξάνεται η θερμοκρασία τόσο μειώνεται η υγρασία του δωματίου και αντιστρόφως.

Παραδείγματος χάρη, παρατηρείται ότι στο δωμάτιο του πλυντηρίου ενώ είχαμε τη χαμηλότερη μέση τιμή θερμοκρασίας, έχουμε τις υψηλότερες μέσες τιμές υγρασίας. Και πιο συγκεκριμένα το μήνα Μάρτιο και Απρίλιο όπου η θερμοκρασία του δωματίου του πλυντηρίου είναι 19 με 20 βαθμούς κελσίου σε μέση τιμή, η αντίστοιχη μέση τιμή της υγρασίας είναι στους 40-41% στο ίδιο χρονικό διάστημα.

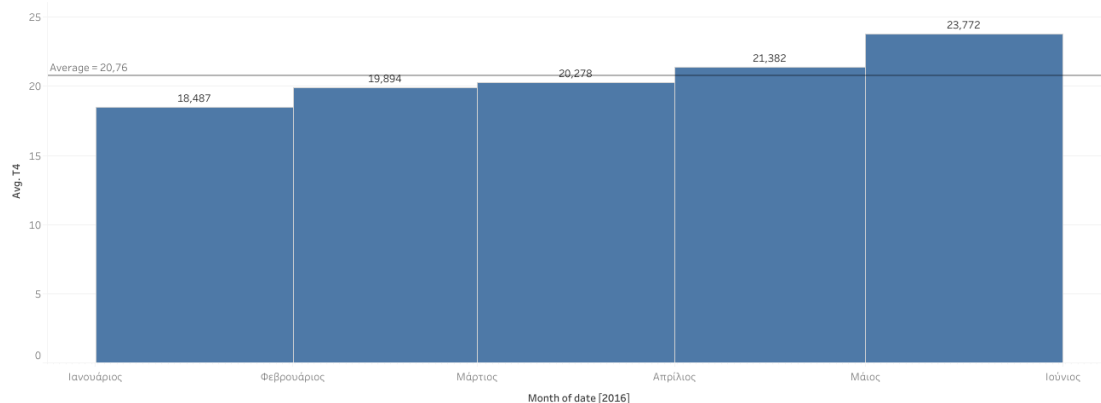
Ανάλυση θερμοκρασίας και υγρασίας για το γραφείο

RH4, Humidity in office room, in %



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 22 | ΜΕΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΣΕ ΒΑΘΜΟΥΣ ΚΕΛΣΙΟΥ ΑΝΑ ΜΗΝΑ

T4, Temperature in office room, in Celsius



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 23 | ΜΕΣΗ ΥΓΡΑΣΙΑ ΣΕ % ΑΝΑ ΜΗΝΑ

Temp/hum per month T4



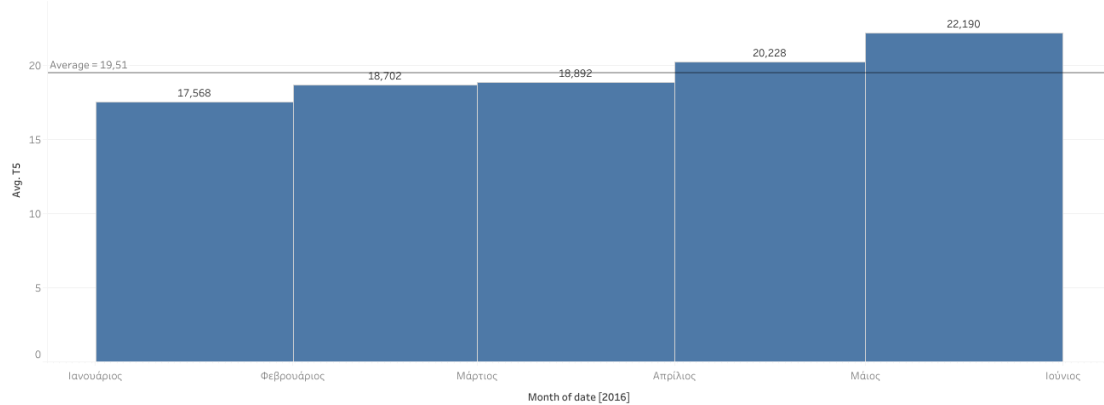
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 24 | ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ & ΥΓΡΑΣΙΑ

Προχωράμε στον χώρο του γραφείου, όπου παρατηρούμε τα τρία διαγράμματα μας. Το πρώτο διάγραμμα 22, είναι για τη θερμοκρασία ανά τους μήνες το δεύτερο για την υγρασία και το τρίτο η συσχέτιση της θερμοκρασίας με την υγρασία. Όπως παρατηρούμε η μέση θερμοκρασία του δωματίου είναι στους 21 βαθμούς Κελσίου, ενώ η μέση τιμή υγρασίας στο 39%. Πιο

αναλυτικά για το διάστημα Ιανουάριο με Μάρτιο το ποσοστό της υγρασίας είναι στο 39% σε αντίθεση με το διάστημα Απρίλιο με Μάιο είναι στο 38,5%. Για το πρώτο χρονικό διάστημα, η μέση θερμοκρασία είναι στους 20 βαθμούς Κελσίου, ενώ για το δεύτερο χρονικό διάστημα είναι 22,5 βαθμούς Κελσίου.

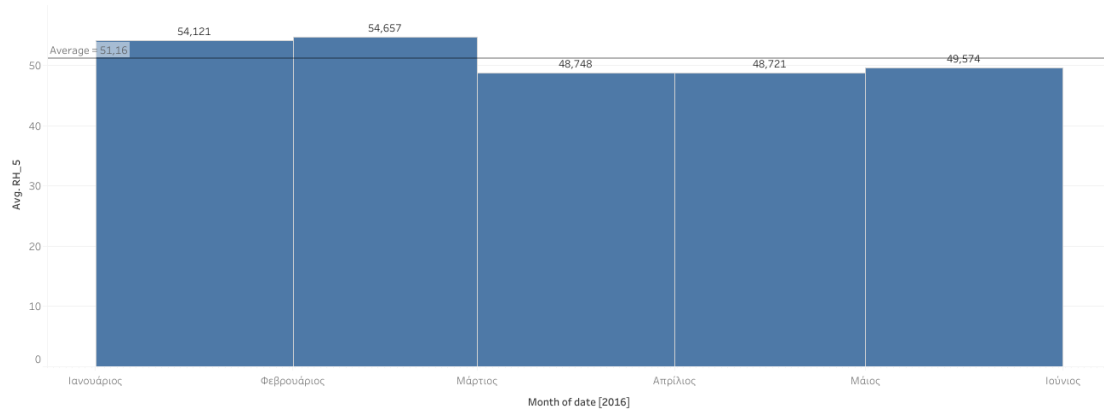
Ανάλυση θερμοκρασίας και υγρασίας για το μπάνιο

T5, Temperature in bathroom, in Celsius



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 25 | ΜΕΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΣΕ ΒΑΘΜΟΥΣ ΚΕΛΣΙΟΥ ΑΝΑ ΜΗΝΑ

RH5, Humidity in bathroom, in %



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 26 | ΜΕΣΗ ΥΓΡΑΣΙΑ ΣΕ % ΑΝΑ ΜΗΝΑ

Temp/hum per month T5



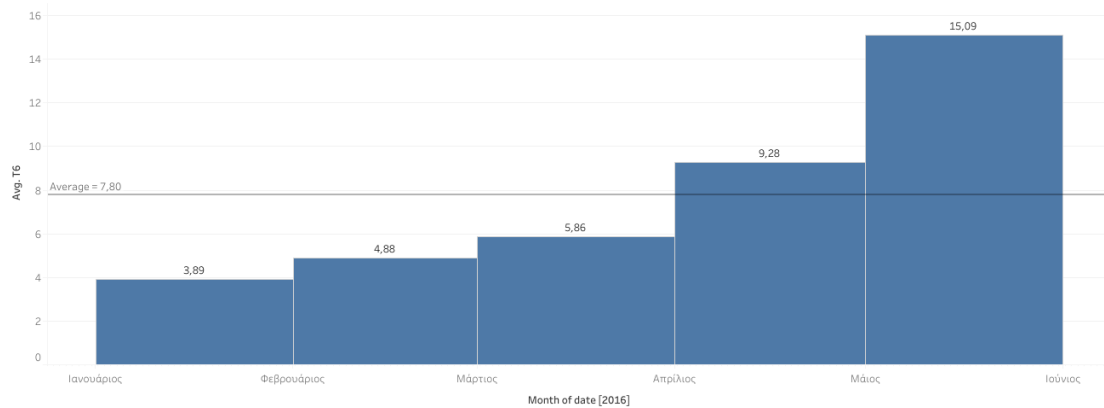
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 27 | ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ & ΥΓΡΑΣΙΑ

Προχωρώντας στο μπάνιο παρατηρούμε ότι η μέση θερμοκρασία είναι στους 19,5 βαθμούς Κελσίου, ενώ η μέση υγρασία είναι στο 51%.

Για το διάστημα Ιανουάριο με Μάρτιο, η μέση τιμή της υγρασίας είναι στο 54%, ενώ για το διάστημα Απρίλιο με Μάιο είναι στο 49%. Η μέση θερμοκρασία στο πρώτο χρονικό διάστημα είναι στους 19 βαθμούς Κελσίου, για το δεύτερο χρονικό διάστημα η μέση θερμοκρασία κυμαίνεται στους 21 βαθμούς Κελσίου.

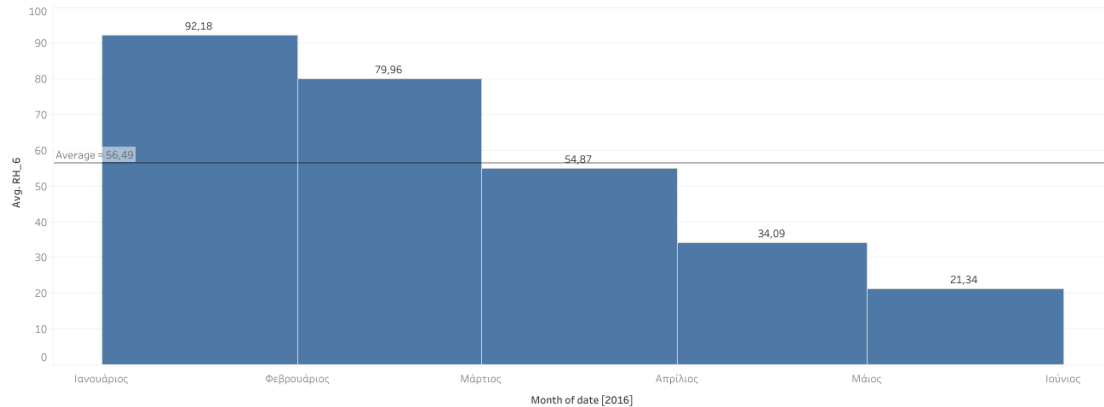
Ανάλυση θερμοκρασίας και υγρασίας για την βόρεια πλευρά του κτηρίου (εξωτερικά)

T6, Temperature outside the building (north side), in Celsius



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 28 | ΜΕΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΣΕ ΒΑΘΜΟΥΣ ΚΕΛΣΙΟΥ ΑΝΑ ΜΗΝΑ

RH6, Humidity outside the building (north side), in %



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 29 | ΜΕΣΗ ΥΓΡΑΣΙΑ ΣΕ % ΑΝΑ ΜΗΝΑ

Temp/hum per month T6



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 30 | ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ & ΥΓΡΑΣΙΑ

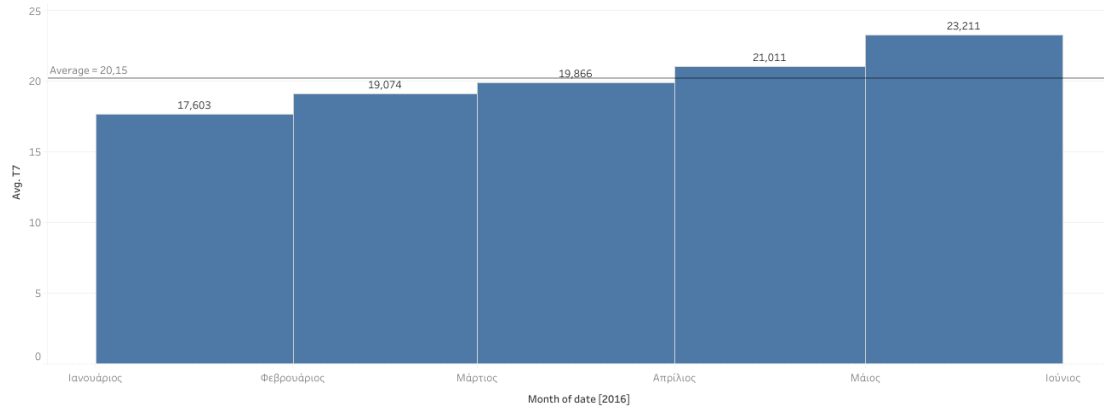
Αναλύοντας τη βόρεια πλευρά του κτιρίου παρατηρούμε ότι, η μέση θερμοκρασία κυμαίνεται στους 8 βαθμούς Κελσίου και η υγρασία κυμαίνεται στο 56,5%.

Συνολικά για το πρώτο χρονικό διάστημα, Ιανουάριο με μέσα Μαρτίου παρατηρούμε ότι η μέση υγρασία ανέρχεται στο 80%, σε αντίθεση με το δεύτερο χρονικό διάστημα μέσα Μαρτίου με Μάιο που ανέρχεται στο 33% αυτό δηλώνει μεγάλη απόκλιση τιμών στη μέση τιμή της υγρασίας.

Όσον αφορά τη μέση τιμή θερμοκρασίας για το πρώτο χρονικό διάστημα η μέση τιμή θερμοκρασίας ανέρχεται στους 5 βαθμούς Κελσίου. Σε αντίθεση με το δεύτερο χρονικό διάστημα, όπου η μέση τιμή ανέρχεται στους 12 βαθμούς Κελσίου, δηλαδή 7 βαθμούς διαφορά με το πρώτο χρονικό διάστημα.

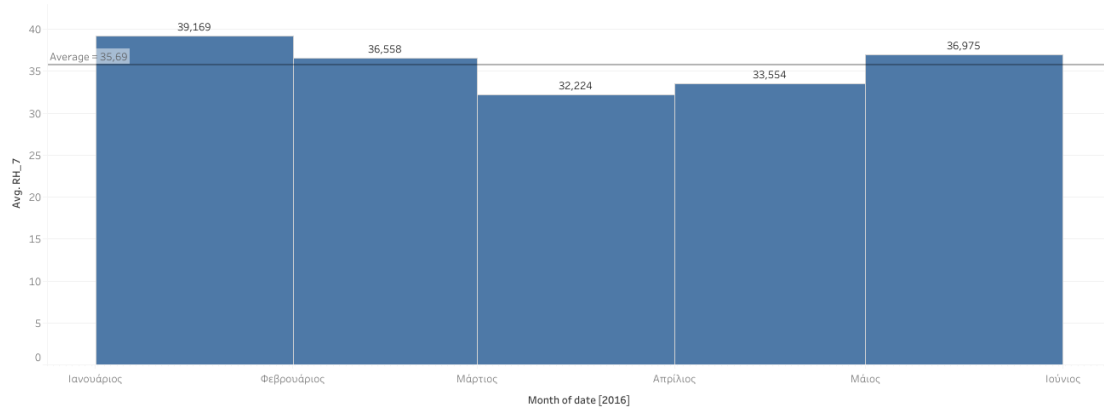
Ανάλυση θερμοκρασίας και υγρασίας για το δωμάτιο του σίδερου

T7, Temperature in ironing room , in Celsius



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 31 | ΜΕΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΣΕ ΒΑΘΜΟΥΣ ΚΕΛΣΙΟΥ ΑΝΑ ΜΗΝΑ

RH7, Humidity in ironing room, in %



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 32 | ΜΕΣΗ ΥΓΡΑΣΙΑ ΣΕ % ΑΝΑ ΜΗΝΑ

Temp/hum per month T7



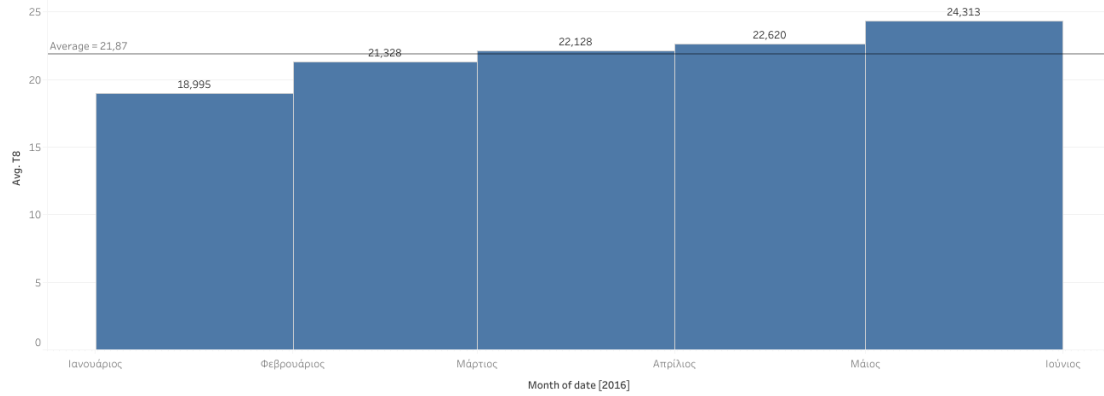
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 33 | ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ & ΥΓΡΑΣΙΑ

Στα παραπάνω διαγράμματα 31-32, βλέπουμε τις μέσες τιμές για τη θερμοκρασία και την υγρασία για το δωμάτιο σιδερώματος. Εύκολα μπορούμε να δούμε ότι η μέση τιμή είναι στους

20 βαθμούς Κελσίου, ενώ η υγρασία του δωματίου ανέρχεται στο 36%. Σε επίπεδο τριμήνου για το πρώτο τρίμηνο η μέση υγρασία είναι 36,5% και για το δεύτερο τρίμηνο είναι στο 35%. Η μέση θερμοκρασία τριμήνου ανέρχεται στους 19 βαθμούς Κελσίου, ενώ για το δεύτερο τρίμηνο στους 22 βαθμούς Κελσίου.

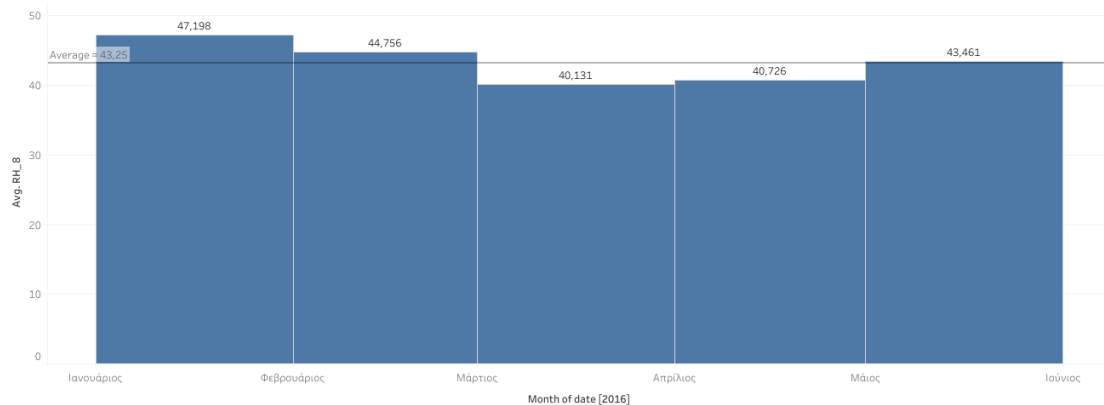
Ανάλυση θερμοκρασίας και υγρασίας για το εφηβικό δωμάτιο (2)

T8, Temperature in teenager room 2, in Celsius



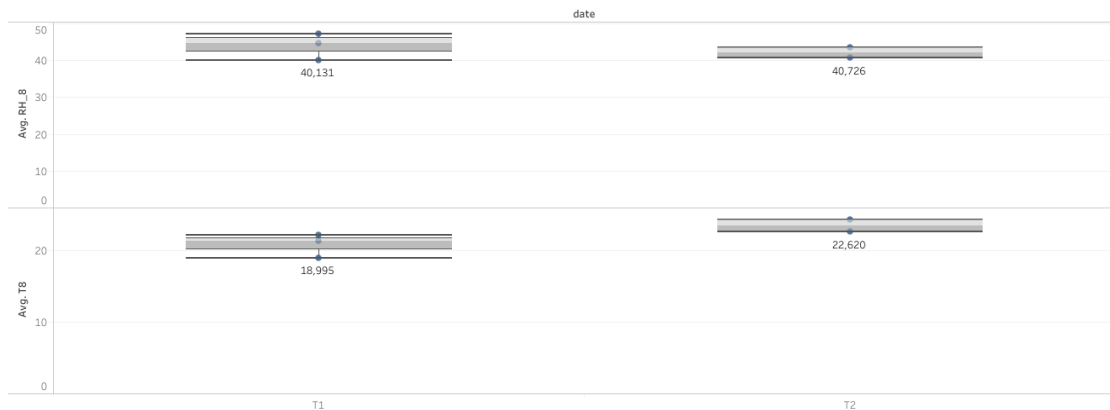
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 34 | ΜΕΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΣΕ ΒΑΘΜΟΥΣ ΚΕΛΣΙΟΥ ΑΝΑ ΜΗΝΑ

RH8, Humidity in teenager room 2, in %



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 35 | ΜΕΣΗ ΥΓΡΑΣΙΑ ΣΕ % ΑΝΑ ΜΗΝΑ

Temp/hum per month T8



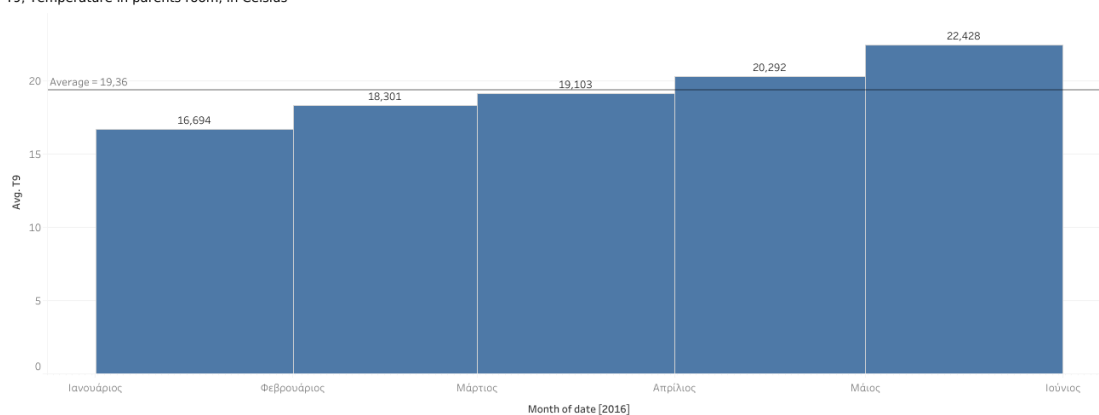
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 36 | ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ & ΥΓΡΑΣΙΑ

Επόμενο δωμάτιο είναι το εφηβικό στο οποίο παρατηρούμε ότι η μέση τιμή θερμοκρασίας είναι 22 βαθμούς Κελσίου και υγρασία στη μέση τιμή της στο 43%.

Για το πρώτο τρίμηνο Ιανουάριο με Μάρτιο η μέση θερμοκρασία δωματίου είναι στους 21 βαθμούς Κελσίου, ενώ για το δεύτερο τρίμηνο είναι στους 23 βαθμούς Κελσίου. Για την υγρασία έχουμε ότι για το πρώτο τρίμηνο η μέση τιμή της είναι στο 45% ενώ για το δεύτερο τρίμηνο είναι στο 42% όπου και πάλι επιβεβαιώνεται η αντιστρόφως ανάλογη σχέση της θερμοκρασίας με την υγρασία.

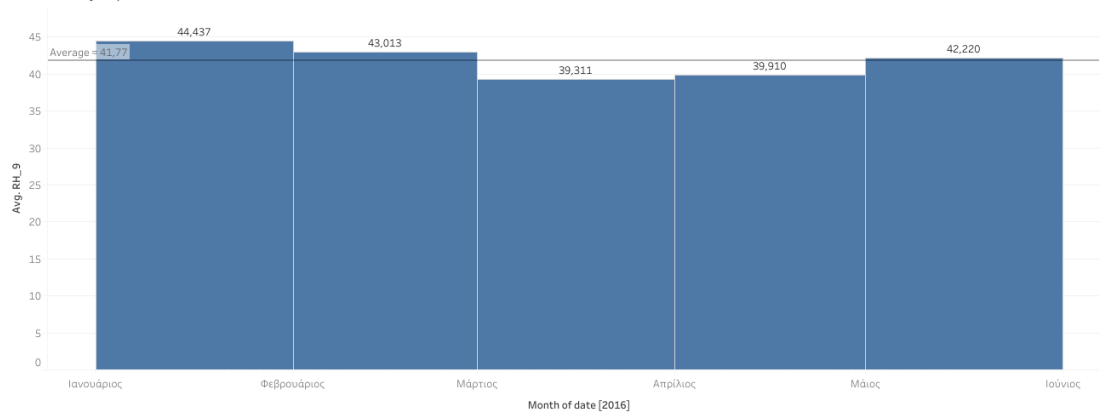
Ανάλυση θερμοκρασίας και υγρασίας για το δωμάτιο των γονέων

T9, Temperature in parents room, in Celsius



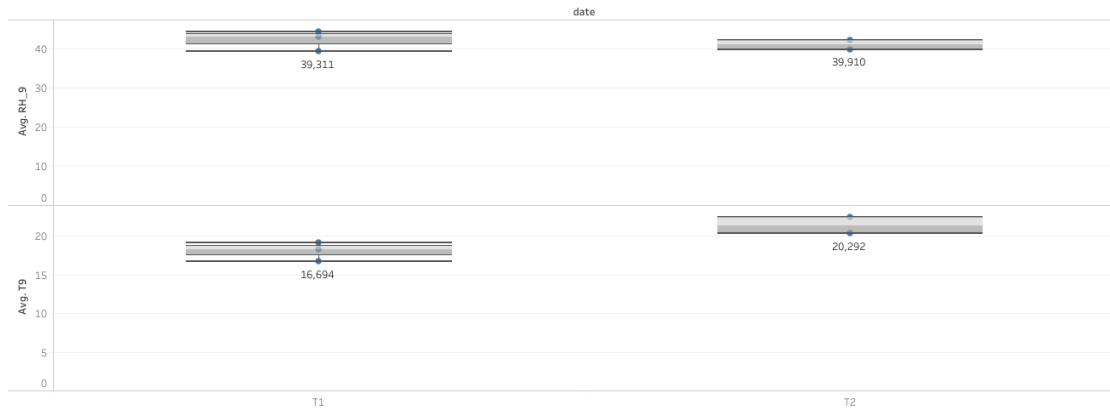
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 37 | ΜΕΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΣΕ ΒΑΘΜΟΥΣ ΚΕΛΣΙΟΥ ΑΝΑ ΜΗΝΑ

RH9, Humidity in parents room, in %



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 38 | ΜΕΣΗ ΥΓΡΑΣΙΑ ΣΕ % ΑΝΑ ΜΗΝΑ

Temp/hum per month T9



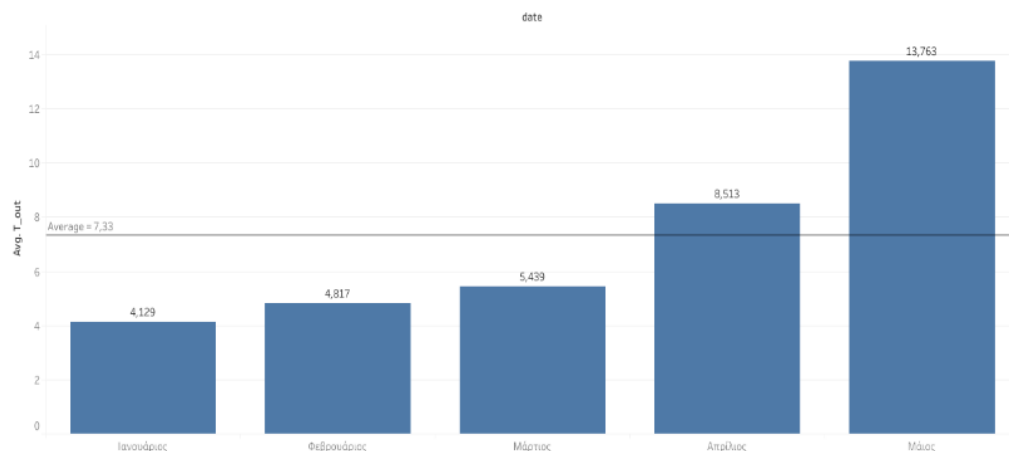
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 39 | ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ & ΥΓΡΑΣΙΑ

Τελευταίο δωμάτιο, είναι το δωμάτιο των γονιών το οποίο έχει μέση θερμοκρασία τους 19 βαθμούς Κελσίου και μέση υγρασία στο 42%. Όπως παρατηρούμε για το πρώτο τρίμηνο η μέση τιμή υγρασίας είναι στο 43% ενώ στο δεύτερο τρίμηνο πέφτει κατά δύο μονάδες και σημειώνεται στο 41%.

Η θερμοκρασία για το πρώτο τρίμηνο Ιανουάριο με μέσα Μαρτίου, κυμαίνεται στους 18 βαθμούς Κελσίου σε αντίθεση με το δεύτερο τρίμηνο μέσα Μαρτίου με Μάιο το οποίο έχει μέση τιμή τους 21 βαθμούς Κελσίου.

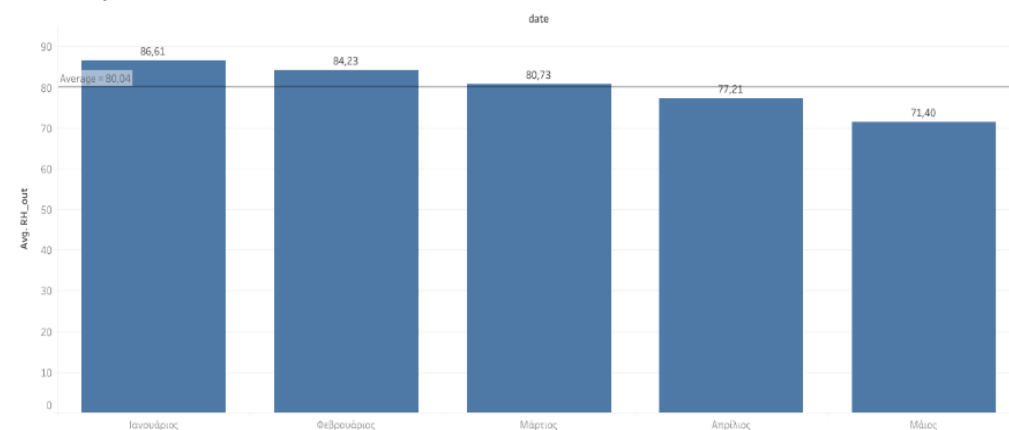
Ανάλυση θερμοκρασίας και υγρασίας εξωτερικά του κτηρίου

To, Temperature outside (from Chievres weather station), in Celsius Pressure (from Chievres weather station), in mm Hg



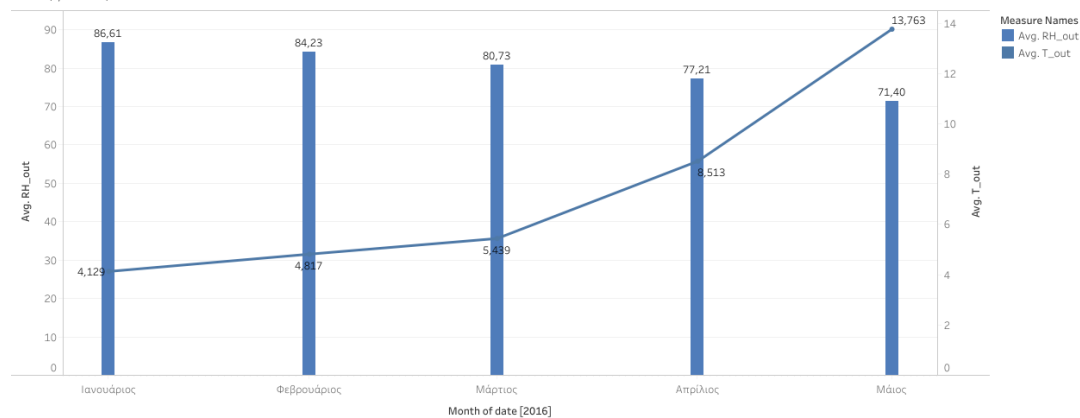
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 39 | ΜΕΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΣΕ ΒΑΘΜΟΥΣ ΚΕΛΣΙΟΥ ΑΝΑ ΜΗΝΑ

RHout, Humidity outside (from Chievres weather station), in %



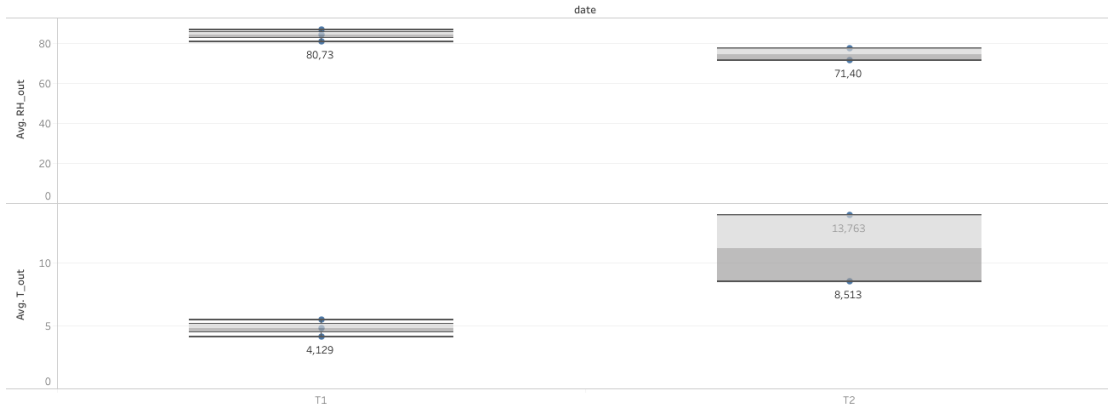
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 40 | ΜΕΣΗ ΥΓΡΑΣΙΑ ΣΕ % ΑΝΑ ΜΗΝΑ

Temp/hum per month T_out



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 41 | ΜΕΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ & ΥΓΡΑΣΙΑ ΑΝΑ ΜΗΝΑ

Temp/hum per month T9 (2)

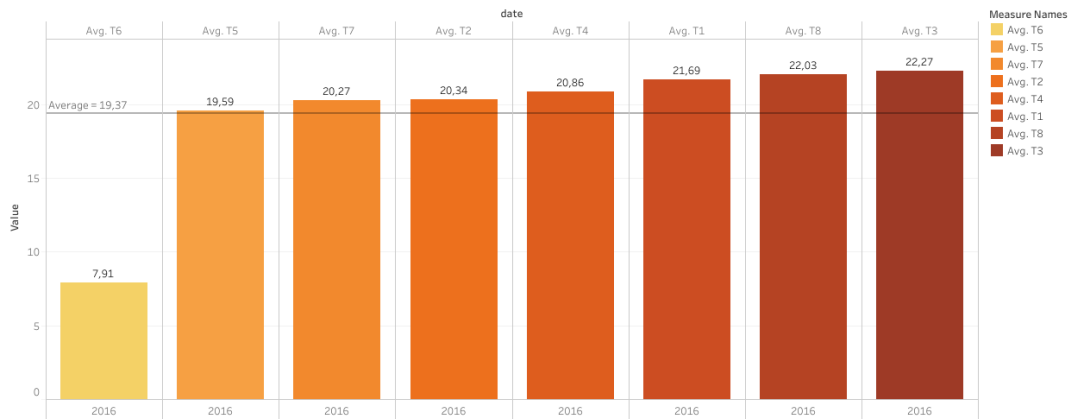


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 42 | ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ & ΥΓΡΑΣΙΑ

Αναφορικά με την εξωτερική θερμοκρασία, η μέση τιμή διαμορφώνεται στους 7 βαθμούς Κελσίου και η υγρασία κυμαίνεται στο 80%. Παρατηρούμε ότι στο πρώτο τρίμηνο, η μέση τιμή υγρασίας στον εξωτερικό χώρο κυμαίνεται στο 84%, ενώ στο δεύτερο τρίμηνο το ποσοστό της υγρασίας πέφτει στο 74%. Αντίστοιχα, για το πρώτο τρίμηνο η μέση θερμοκρασία κυμαίνεται στους 4 βαθμούς Κελσίου ενώ στο δεύτερο τρίμηνο στους 11 βαθμούς Κελσίου.

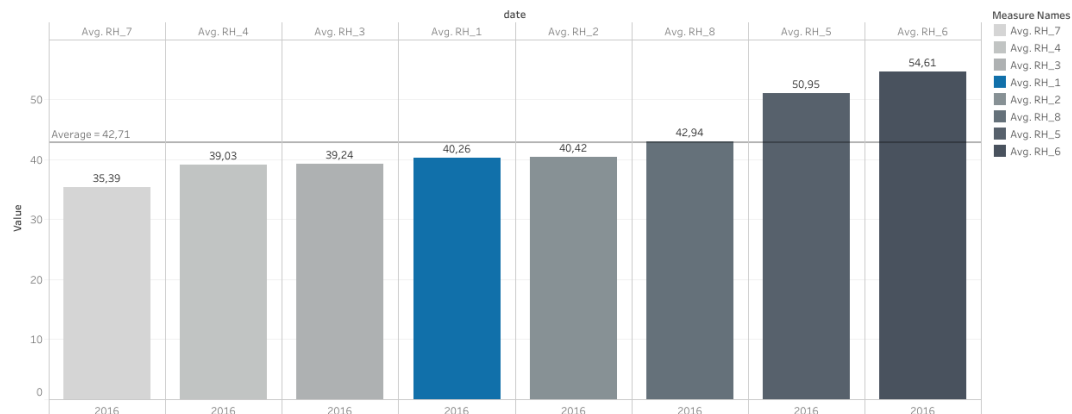
Συνολική θερμοκρασία και υγρασία στους χώρους του κτηρίου/ εσωτερικά

Total Temperature Average



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 43 | ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΑΝΑ ΧΩΡΟ

Total Humidity Average



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 44 | ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ ΑΝΑ ΧΩΡΟ

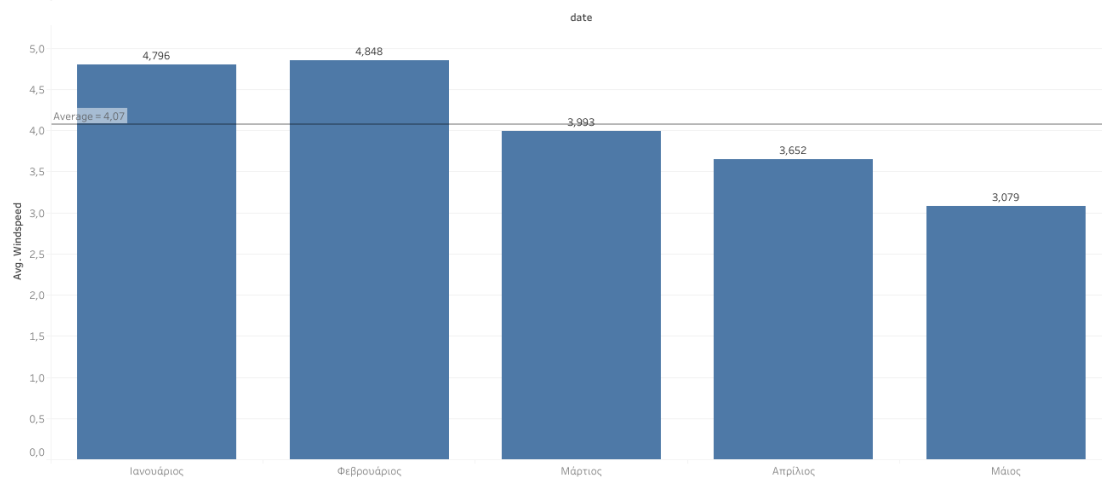
Έχει αρκετό ενδιαφέρον, να παρατηρήσουμε την συνολική μέση θερμοκρασία του σπιτιού ανά δωμάτιο. Αναλύσαμε πιο πάνω τον κάθε χώρο ξεχωριστά και στα παραπάνω διαγράμματα μπορούμε να εξάγουμε ωφέλιμα συμπεράσματα για το σύνολο του σπιτιού.

Πιο συγκεκριμένα, η μέση θερμοκρασία του σπιτιού, είναι στους 19,37 βαθμούς Κελσίου με ακραίες τιμές την θερμοκρασία του δωματίου του πλυντηρίου (22,27 Celsius) και του μπάνιου (7,91 Celsius).

Η μέση τιμή υγρασίας αγγίζει το 43% με ακραίες τιμές στο μπάνιο (54,61%) και στο δωμάτιο με το σίδερο (35,39%).

Ανάλυση και συσχετίσεις για την ταχύτητα του αέρα

Wind speed (from Chievres weather station), in m/s



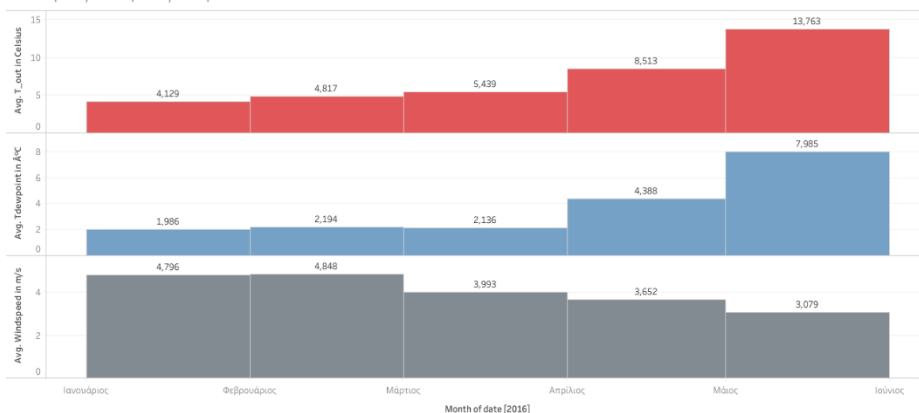
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 45 | ΜΕΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΕΡΑ ΑΝΑ ΜΗΝΑ

Humidity out / Pressure / Windspeed



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 46 | ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΥΓΡΑΣΙΑ/ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΠΙΕΣΗ/ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΕΡΑ

Wind speed/ Tdewpoint / Temperature outside



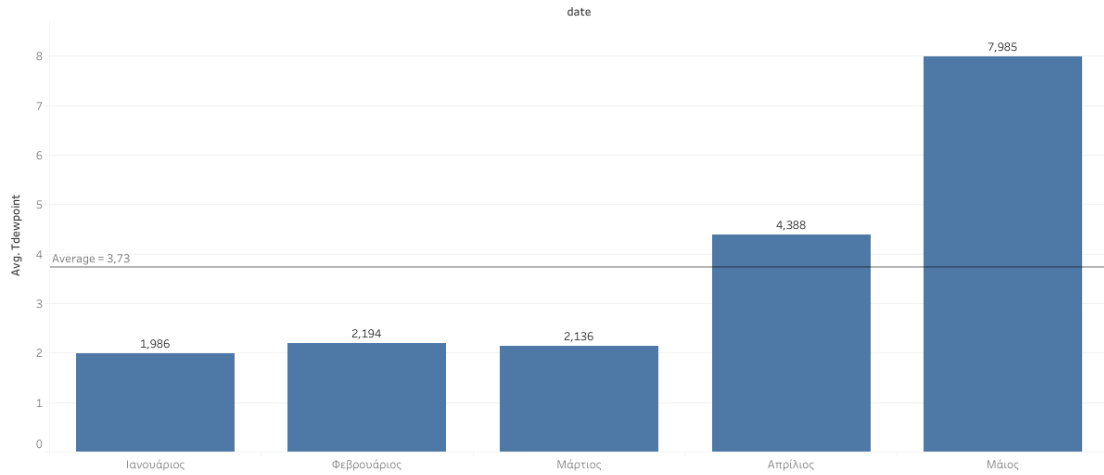
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 47 | ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΕΡΑ/ ΣΗΜΕΙΟ ΔΡΟΣΟΥ/ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ

Σε αυτά τα διαγράμματα βλέπουμε την ατμοσφαιρική πίεση και την ταχύτητα του αέρα καθώς και την σχέση που έχουν με βάση την υγρασία. Παρατηρούμε, ότι η υγρασία και η ταχύτητα του αέρα έχουν όμοια πορεία στις αλλαγές της ατμοσφαιρικής πίεσης. Έπειτα, παρατηρούμε τη σχέση της ταχύτητας του ανέμου με το σημείο δρόσου και τη θερμοκρασία. Υπάρχει μία συνεχής αύξηση του σημείου δρόσου και της θερμοκρασίας, σε αντίθεση με την ταχύτητα του αέρα η οποία αρχικά αυξάνεται. Έπειτα μειώνεται σταδιακά έως το ελάχιστο σημείο της, το οποίο συμπίπτει με το μέγιστο του σημείου δρόσου και της εξωτερικής θερμοκρασίας. Αυτό αναδεικνύει, μία σχέση αντιστρόφως ανάλογη όσον αφορά την θερμοκρασία και την ταχύτητα του ανέμου.

Ανάλυση και συσχετίσεις για το σημείου δρόσου

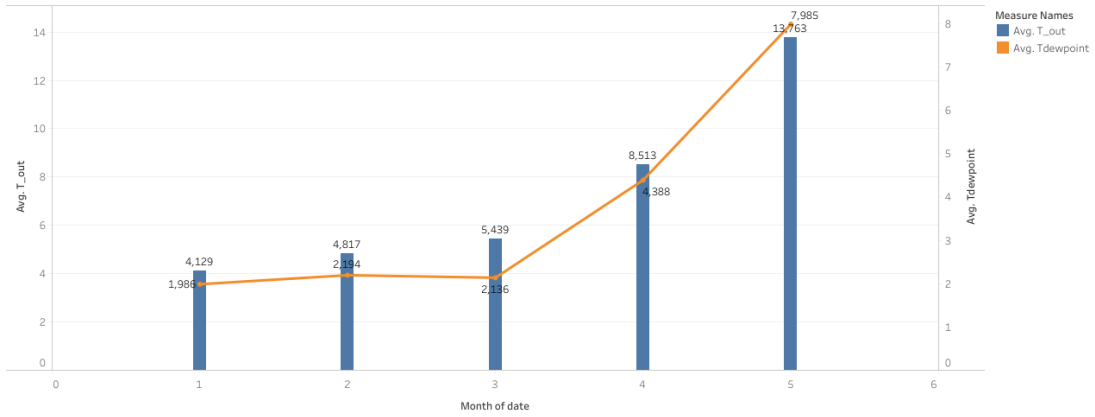
Ο αέρας σε οποιαδήποτε δεδομένη θερμοκρασία είναι ικανός να συγκρατεί μια ορισμένη ποσότητα υδρατμών. Όταν επιτευχθεί αυτή η μέγιστη ποσότητα υδρατμών, αυτό αναφέρεται ως κορεσμός. Αυτό είναι επίσης γνωστό ως 100% σχετική υγρασία. Όταν επιτευχθεί αυτό, η θερμοκρασία του αέρα έχει φτάσει τη θερμοκρασία του σημείου δρόσου, δηλαδή το dew point.

Tdewpoint (from Chievres weather station), Å°C



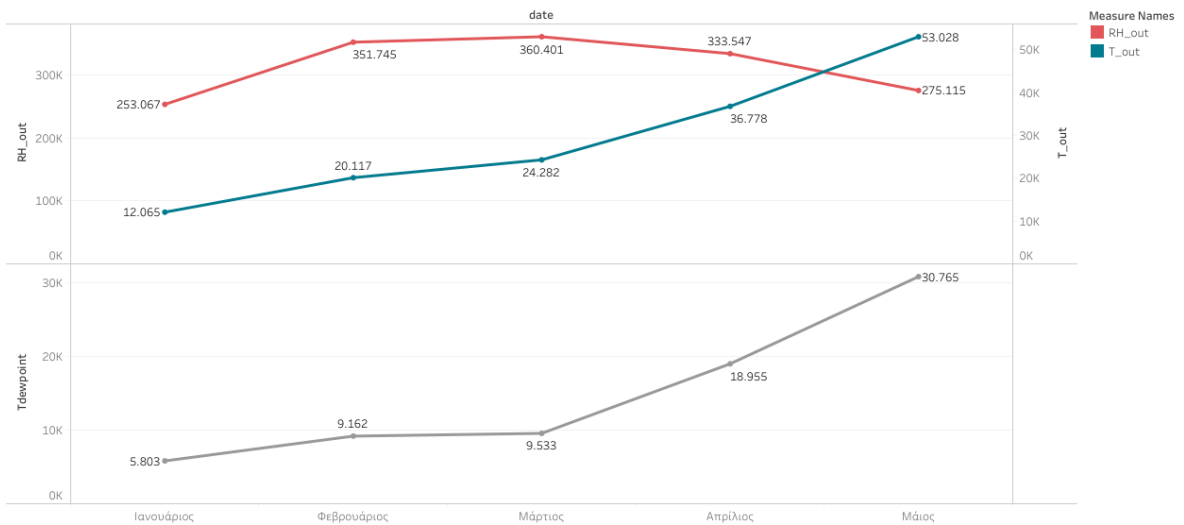
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 48 | ΜΕΣΟ ΣΗΜΕΙΟ ΔΡΟΣΟΥ ΑΝΑ ΜΗΝΑ

Tdewpoint / Temperature outside

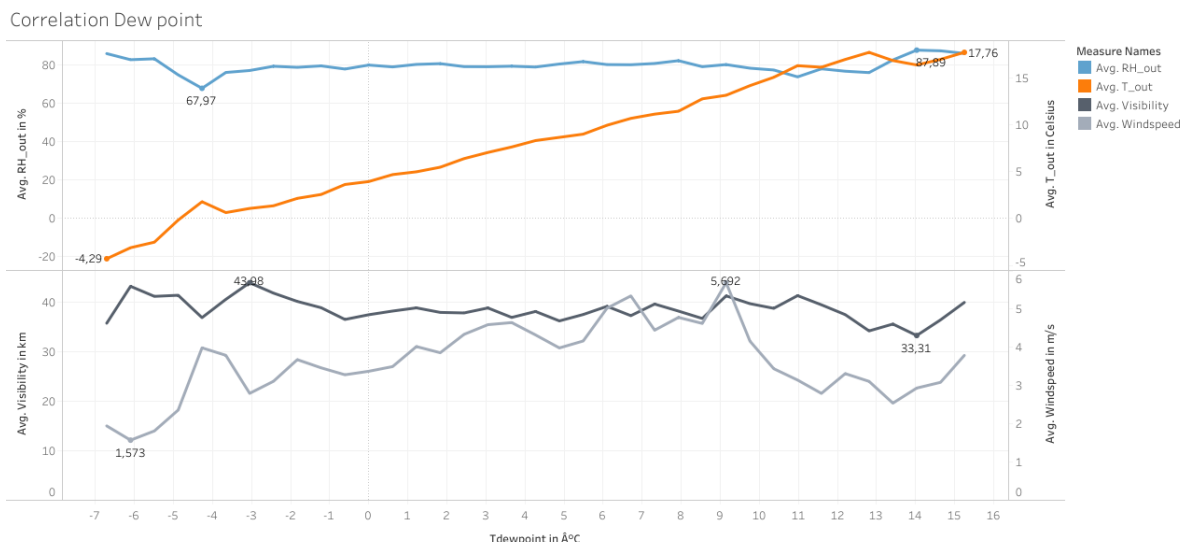


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 49 | ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ/ ΣΗΜΕΙΟ ΔΡΟΣΟΥ

Tdewpoint / Humidity



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 50 | ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΣΗΜΕΙΟ ΔΡΟΣΟΥ/ ΥΓΡΑΣΙΑ/ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ/ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 51 | ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ/ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ/ ΟΡΑΤΟΤΗΤΑ/ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΕΡΑ

Στα διαγράμματα θα παρατηρήσουμε το σημείο δρόσου, το οποίο έχει την μέγιστη μέση τιμή του τον Μάιο 7,98 °C. Καθώς αυξάνεται το σημείο δρόσου, υπάρχει μεγαλύτερη υγρασία στον αέρα και θα εξετάσουμε τις παρακάτω σχέσεις: το σημείο δρόσου με την εξωτερική θερμοκρασία, με την υγρασία και ένα διάγραμμα συνολικό για να εξετάσουμε την συσχέτιση μεταξύ της ορατότητας, της ταχύτητας του ανέμου και των στοιχείων που προαναφέρθηκαν. Αρχικά, όσον αφορά τη θερμοκρασία παρατηρούμε μία γραμμική σχέση, όσο αυξάνεται το σημείο δρόσου αυξάνεται και η θερμοκρασία και όταν το σημείο δρόσου φτάσει στο μέγιστο αντίστοιχα φτάνει στην μέγιστη τιμή της και η θερμοκρασία. Σε αντίθεση με τα προβλεπόμενα αποτελέσματα⁸ παρατηρούμε ότι η σχέση της υγρασίας και του σημείου δρόσου δεν είναι γραμμική. Αντίθετα, παρατηρούμε ότι η θερμοκρασία ακολουθεί αντίστοιχο μοτίβο με το σημείο δρόσου.

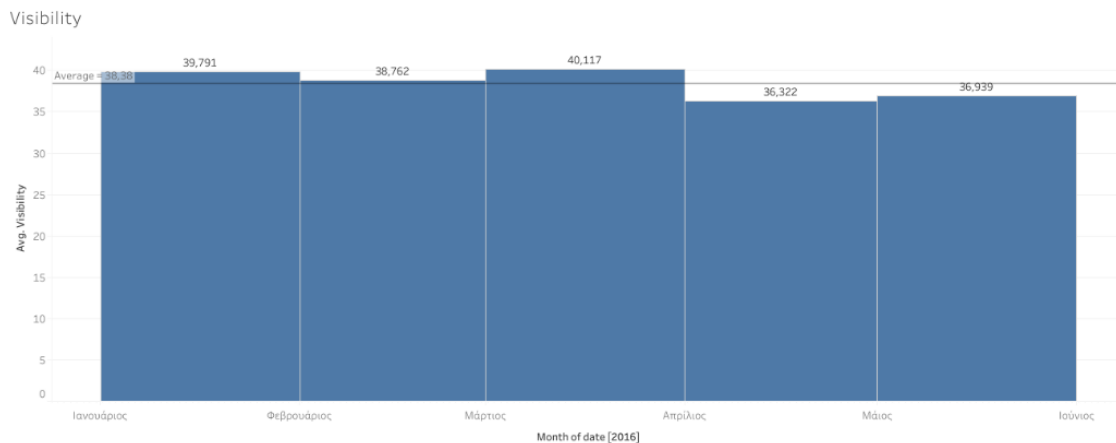
Στο συνολικό διάγραμμα, βλέπουμε τις 4 μεταβλητές σε σχέση με το σημείο δρόσου. Όσο αυξάνεται η τιμή του τόσο αυξάνεται και η θερμοκρασία, ενώ σχετικά ανεπηρέαστη είναι η πορεία της υγρασίας. Ενδιαφέρον είναι να εξετάσουμε την ορατότητα και την ταχύτητα του ανέμου σε σχέση με το σημείο δρόσου. Όπως παρατηρούμε στα μικρότερα επίπεδα δρόσου η ορατότητα είναι στην μέγιστη μέση τιμή της 43,98 km σε αντίθεση με τα μεγαλύτερη επίπεδα δρόσου όπου εμφανίζει το ελάχιστο σημείο ορατότητας 33,31 km.

8

https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A3%CE%B7%CE%BC%CE%B5%CE%AF%CE%BF_%CE%B4%CF%81%CF%8C%CF%83%CE%BF%CF%85

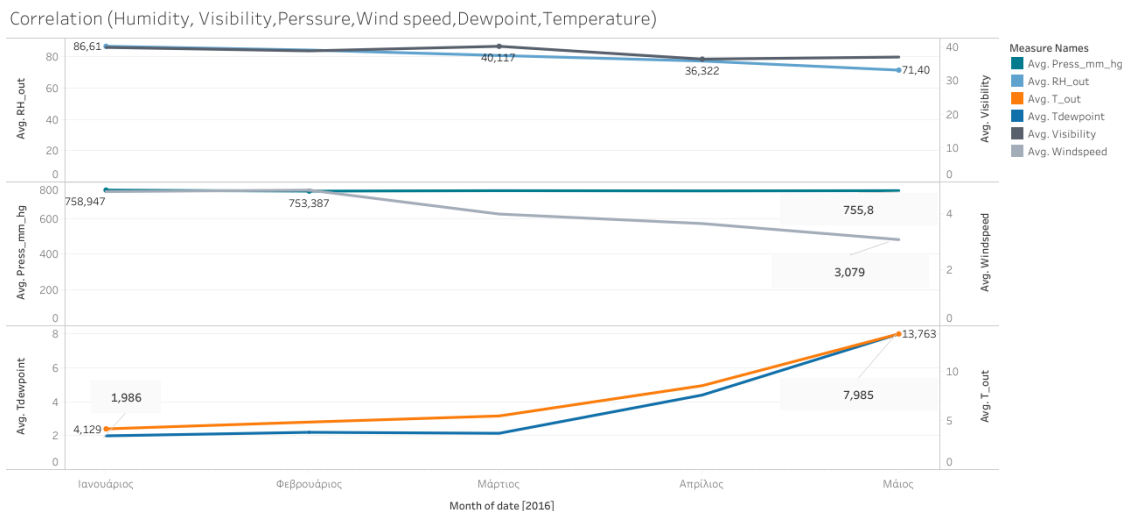
Ανάλυση και συσχετίσεις για την ορατότητα

Σε αυτά τα διαγράμματα 52-53, θα δούμε πως η ορατότητα επηρεάζεται από άλλους παράγοντες όπως η θερμοκρασία, η υγρασία, το σημείο δρόσου, την ατμοσφαιρική πίεση και την ταχύτητα του αέρα.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 52 | ΜΕΣΗ ΟΡΑΤΟΤΗΤΑ ΑΝΑ ΜΗΝΑ

Στο πρώτο διάγραμμα 52, παρατηρούμε ότι έχουμε πιο ‘καθαρή ατμόσφαιρα’ κατά τον μήνα Μάρτιο με υψηλότερη μέση τιμή στα 40,11 km. Σε αντίθεση με την χαμηλότερη ορατότητα που σημειώνεται τον Απρίλιο με 36,32 km.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 53 | ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ/ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ/ ΣΗΜΕΙΟ ΔΡΟΣΟΥ/ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΕΡΑ

Όπως παρατηρούμε στα παραπάνω διαγράμματα 53, η ικανότητα όρασης έχει όμοια πορεία με την εξωτερική υγρασία, καθώς και με την ταχύτητα του ανέμου. Αυτό ίσως δείχνει κάποια συσχέτιση μεταξύ των 3 μεταβλητών ως προς την ενεργειακή πρόβλεψη. Παράλληλα το σημείο δρόσου και η θερμοκρασία όπως προαναφέραμε δείχνουν να αλληλεξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό, όπως φαίνεται και από το διάγραμμα 53. Τέλος η συνιστώσα της ατμοσφαιρικής πίεσης δείχνει να παραμένει σταθερή με μικρές αυξομειώσεις στην πορεία του χρόνου.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΧΡΗΣΗ TABLEAU

Το Tableau είναι ένα ισχυρό εργαλείο Business Intelligence που διαχειρίζεται τη ροή δεδομένων και μετατρέπει τα δεδομένα σε πληροφορίες που μπορούν να είναι χρήσιμες για την επιχείρηση. Μπορεί να δημιουργήσει ένα ευρύ φάσμα διαφορετικών οπτικοποιήσεων, για την παρουσίαση των δεδομένων και την προβολή πληροφοριών διαδραστικά.

Τα θετικά και αρνητικά σημεία του προγράμματος μπορούν εύκολα να εντοπιστούν έπειτα από την χρήση του.

Αρχικά στα θετικά στοιχεία μπορεί να αναφερθεί η εύκολη χρήση του προγράμματος ακόμη και από αρχάριους χρήστες χωρίς καμιά εξειδικευμένη γνώση. Έπειτα, είναι σημαντικό να τονιστεί ο μεγάλος όγκος δεδομένων που μπορεί να επεξεργαστεί το Tableau χωρίς καθυστερήσεις. Έχει τη δυνατότητα drag-n-drop, που επιτρέπει στους χρήστες του να δημιουργούν γρήγορα διαδραστικά γραφικά και διαδραστικούς πίνακες εργαλείων με λίγα μόνο κλικ. Ακόμη, το Tableau υποστηρίζει τις δυνατότητες της Python Machine Learning, αυτό επιτρέπει την εκτέλεση λειτουργιών μηχανικής εκμάθησης πάνω από τα σύνολα δεδομένων και τις προβλέψεις, όπως και τη δυνατότητα εξαγωγής των αναφορών (reports, dashboards) σε αρκετές μορφές αρχείου πχ Excel, Pdf που είναι αρκετά χρήσιμες. Ένα επιπλέον θετικό στοιχείο είναι ότι το Tableau έχει πάνω από 350.000 ενεργούς χρήστες⁹ που συμμετέχουν στην διαδικτυακή κοινότητα του.

Όσον αφορά τα αρνητικά στοιχεία του προγράμματος, η τιμή του προγράμματος¹⁰ είναι αρκετά υψηλή και αυτό είναι ένα βασικό μειονέκτημα. Οι χρήστες δυσκολεύονται να δημιουργούν γραφικές απεικονίσεις, καθώς προστίθενται επίπεδα, αντιμετωπίζοντας προβλήματα τόσο σε χρόνο υλοποίησης μέχρι και σε προβλήματα στο αρχείο. Για τον λόγο αυτό πρέπει να υπάρχει κάποια γνώση σε SQL για να δημιουργεί σύνθετα σύνολα δεδομένων από πολλαπλές πηγές δεδομένων.

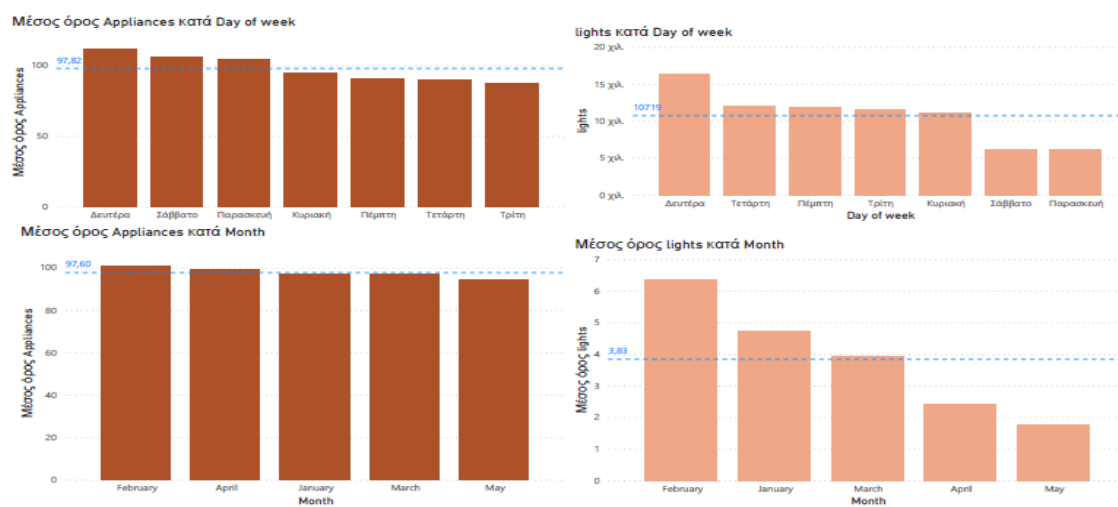
⁹ <https://www.upslide.net/en/power-bi-vs-tableau/>

¹⁰ <https://www.tableau.com/pricing/teams-orgs>

4. Ανάλυση δεδομένων με την χρήση του POWER BI

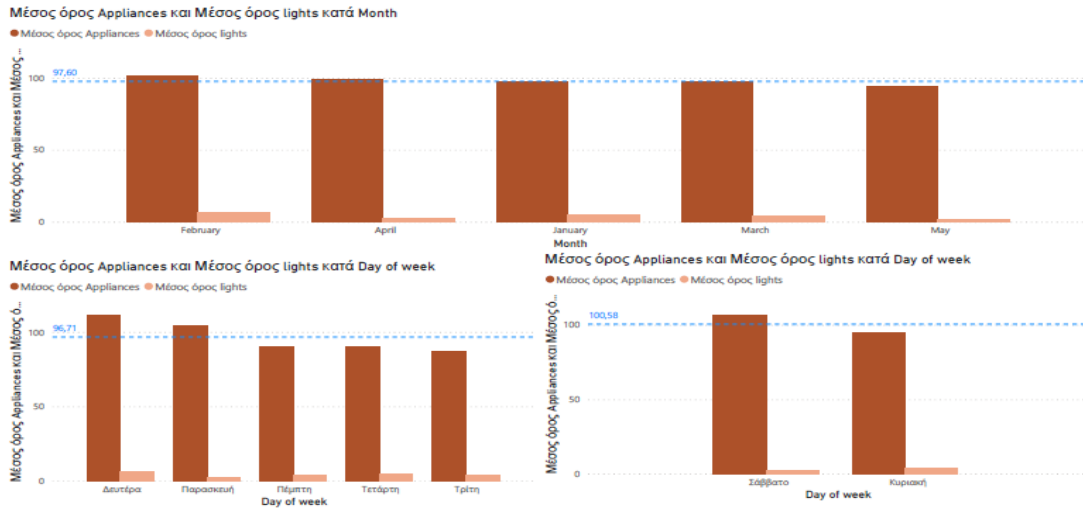
Στην συνέχεια, θα κάνουμε ανάλυση των δεδομένων μας με το πρόγραμμα Power BI. Πιο συγκεκριμένα, το Power BI είναι μια υπηρεσία ανάλυσης επιχειρήσεων που παρέχεται από τη Microsoft, η οποία μπορεί να αναλύει και να οπτικοποιεί δεδομένα, να εξάγει πληροφορίες και να τα μοιράζεται σε διάφορα τμήματα ενός οργανισμού. Θα δούμε διαφόρους τύπους διαγραμμάτων και την επεξήγηση καθενός από αυτά στο κάτω μέρος της κάθε απεικόνισης.

Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε συσκευές και φώτα



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 54 | ΜΕΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ/ ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ & ΦΩΤΑ ΑΝΑ ΜΗΝΑ

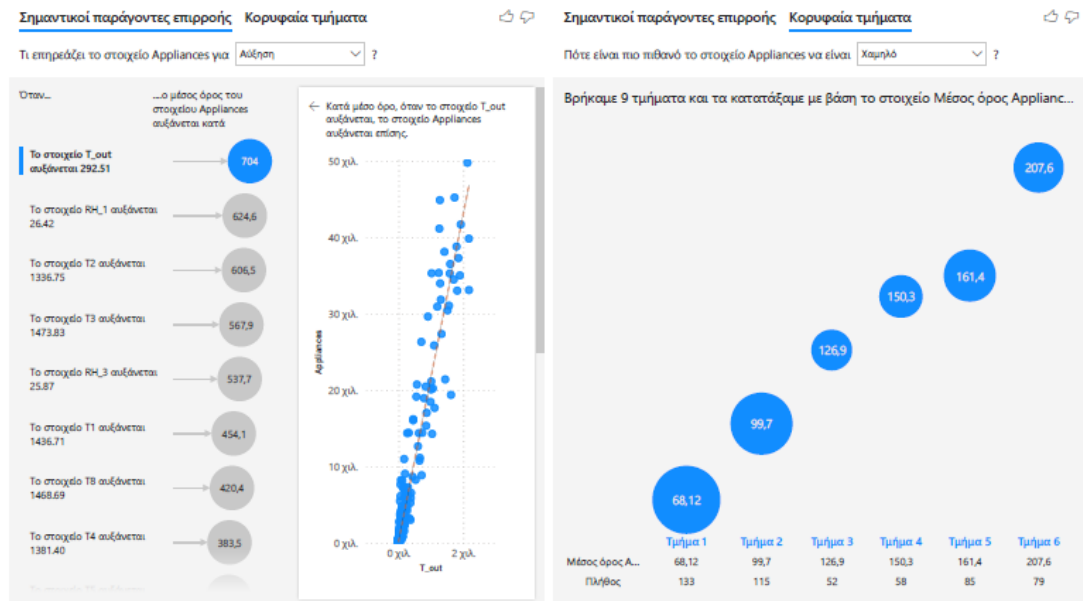
Στα παραπάνω διαγράμματα 54, παρατηρούμε την κατανάλωση ενέργειας τόσο στις ηλεκτρικές συσκευές όσο και στα φώτα του χώρου. Πιο συγκεκριμένα, στα αριστερά διαγράμματα έχουμε την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε Wh ανά ημέρα και ανά μήνα. Η ημέρα με την μεγαλύτερη κατανάλωση, είναι η Δευτέρα ξεπερνώντας τα 100 Wh, ενώ η μέση κατανάλωση είναι στο 97,82 Wh. Παρομοίως, μέγιστη κατανάλωση παρουσιάζεται και στην κατανάλωση των φωτών την Δευτέρα. Με βάση τους μήνες ο Φεβρουάριος, είναι πρώτος σε κατανάλωση ενέργειας, τόσο στην κατανάλωση των ηλεκτρικών συσκευών, όσο και στα φώτα.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 55 | ΜΕΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΑΝΑ ΜΗΝΑ ΑΝΑ ΗΜΕΡΑ ΕΒΔΟΜΑΔΑΣ & ΑΝΑ ΗΜΕΡΑ ΣΑΒΒΑΤΟΚΥΡΙΑΚΟΥ

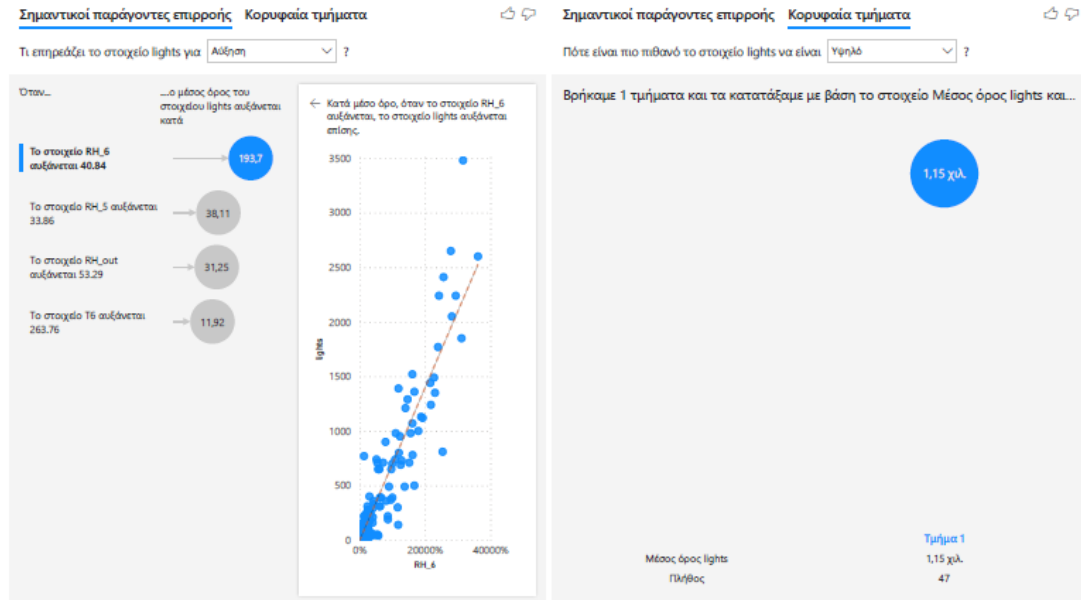
Συνολικά μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι οι ηλεκτρικές συσκευές καταναλώνουν περισσότερη ενέργεια από ότι τα φώτα ιδίως τους καλοκαιρινούς μήνες που παρατηρείται μεγάλη διαφορά μεταξύ των δύο. Ακόμη, συγκριτικά με τις ημέρες Δευτέρα έως Παρασκευή και Σαββατοκύριακου, μπορούμε εύκολα να παρατηρήσουμε την αύξηση χρήσης ηλεκτρικής ενέργειας κατά την διάρκεια του Σαββατοκύριακου. Αυτό είναι λογικό, καθώς είναι δύο ημέρες δεν είναι εργάσιμες οπότε χρησιμοποιούνται περισσότερο τόσο τα φώτα όσο και οι συσκευές του σπιτιού.

Σημαντικοί παράγοντες επιρροής στην κατανάλωση ενέργειας



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 56 | ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΕΠΙΡΡΟΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ/ ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ

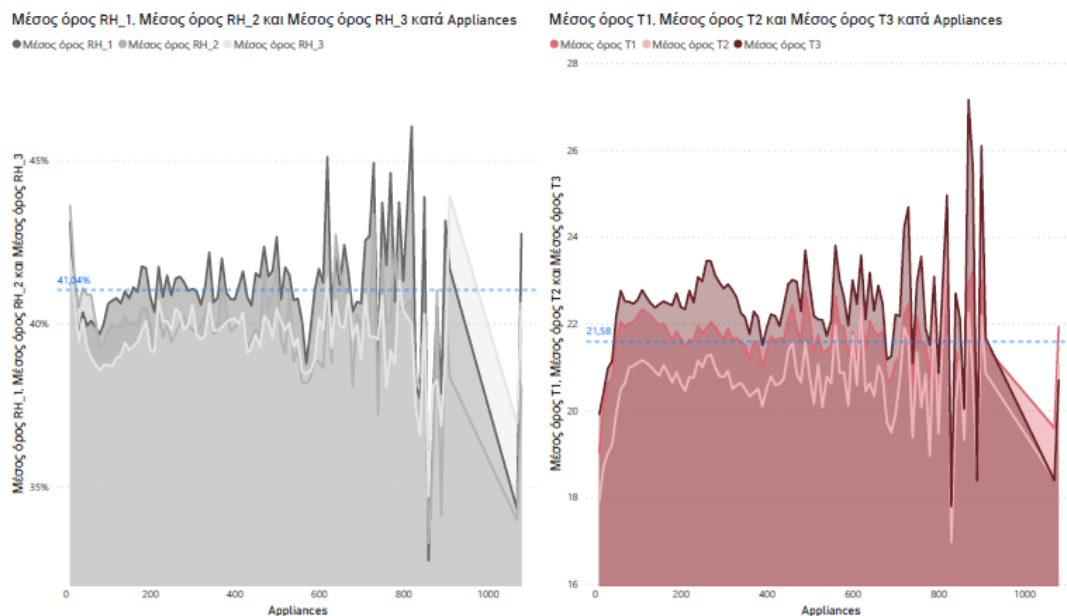
Στο παραπάνω διάγραμμα 56, μπορούμε να παρατηρήσουμε την επιρροή που έχουν οι διάφοροι παράγοντες στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για τις ηλεκτρικές συσκευές. Κυριότερος παράγοντας επιρροής, είναι η εξωτερική θερμοκρασία όπως παρατηρείται στο αριστερά διάγραμμα. Ακόμη, γίνεται αντιληπτή η επίδραση τόσο της υγρασίας όσο και της θερμοκρασίας της κουζίνας, του δωματίου του πλυντηρίου και του σαλονιού.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 57 | ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΕΠΙΡΡΟΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ/ ΦΩΤΑ

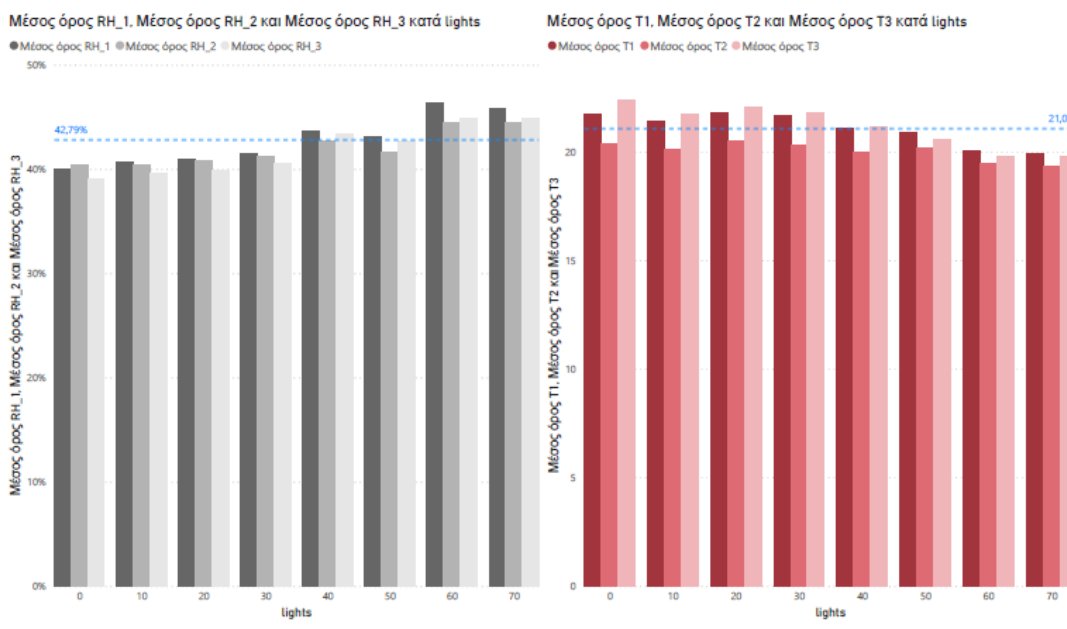
Στο παραπάνω διάγραμμα 57, μπορούμε να παρατηρήσουμε την επιρροή που έχουν οι διάφοροι παράγοντες στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για τα φώτα. Όπως βλέπουμε, εκτός από την ώρα της ημέρας έχει κυρίαρχο ρόλο και η υγρασία, καθώς επηρεάζει την ώραση και εντείνει την ανάγκη για φως.

Βασικοί χώροι επιρροής στην κατανάλωση ενέργειας



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 58 | ΥΓΡΑΣΙΑ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ/ ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ

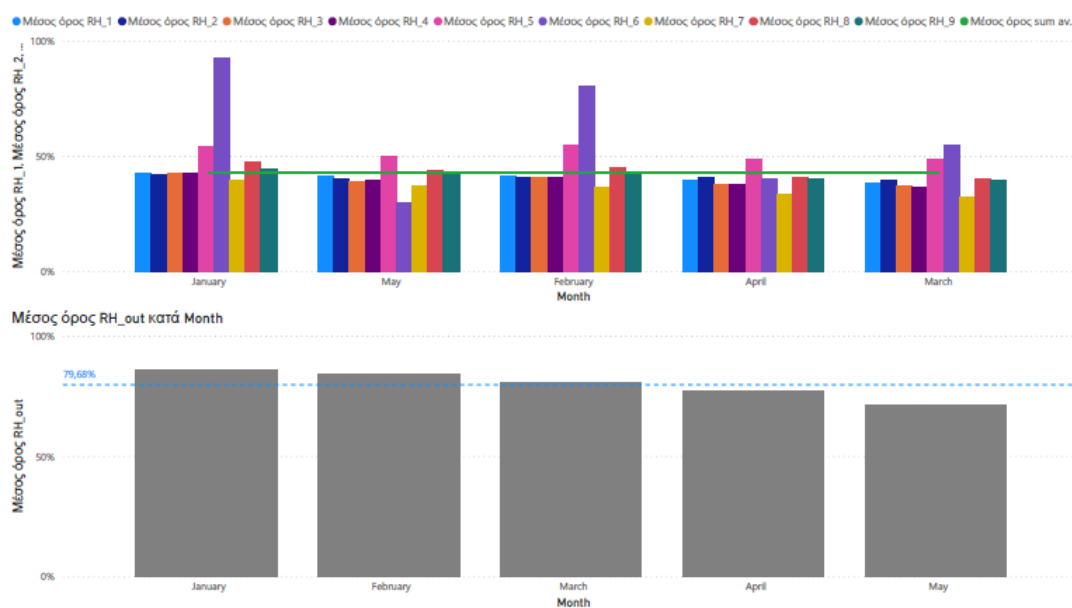
Στα παραπάνω ιστογράμματα 58, μπορούμε να εστιάσουμε στις μέσες τιμές της υγρασίας και της θερμοκρασίας για τα τρία κυριότερα δωμάτια, που προαναφέραμε ότι παίζουν καθοριστικό ρόλο για την κατανάλωση ενέργειας. Αυτά είναι η κουζίνα, το δωμάτιο με το πλυντήριο και το σαλόνι. Μέση θερμοκρασία στα παραπάνω δωμάτια είναι 21,58 βαθμοί Κελσίου, ενώ η μέση υγρασία βρίσκεται στο 41,04%.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 59 | ΥΓΡΑΣΙΑ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ/ ΦΩΤΑ

Παρόμοιο μπαρόγραμμα έχουμε και για τα φώτα, αναφερόμενο στα τρία δωμάτια. Είναι φυσικό να έχουμε όμοια νούμερα με αυτά των ηλεκτρικών συσκευών, η μέση θερμοκρασίας ανέρχεται στους 21,05 βαθμούς Κελσίου, ενώ η υγρασία στο 42,79%. Μπορούμε επίσης να καταλάβουμε, την σχέση που έχουν τα φώτα με τις δύο αυτές μεταβλητές. Όσο αυξάνεται η υγρασία, τόσο αυξάνεται και η κατανάλωση στα φώτα, ενώ το αντίθετο ισχύει για την θερμοκρασία, όσο ανεβαίνει η θερμοκρασία τόσο μειώνεται η κατανάλωση τους.

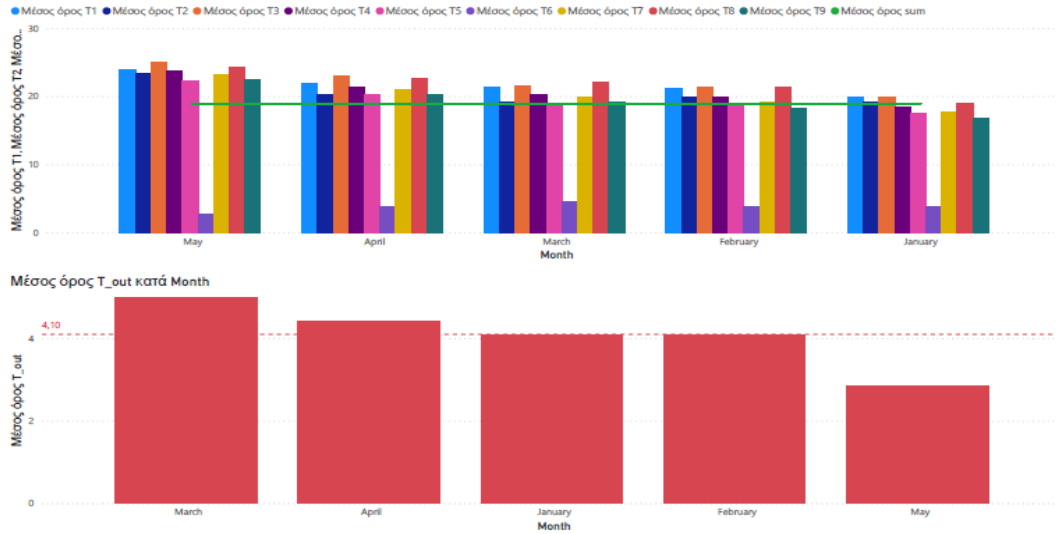
Συσχέτιση μέσου όρου σε σχέση με την εξωτερική υγρασία



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 60 | ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ- ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ

Η μέση κατανάλωση όλων των μετρήσεων της υγρασίας του χώρου σε διάστημα πέντε μηνών, αναπαρίσταται στο πολύχρωμο μπαρόγραμμα 60 και είναι ίση με το 48%. Σε σύγκριση με την μέση τιμή της εξωτερικής υγρασίας η οποία ανέρχεται στο 79,68% , υπάρχει μεγάλη διαφορά σε σχέση με την υγρασία του σπιτιού και αυτό είναι φυσιολογικό καθώς υπάρχουν παράγοντες που εμποδίζουν την εξωτερική υγρασία να εισχωρήσει στον χώρο.

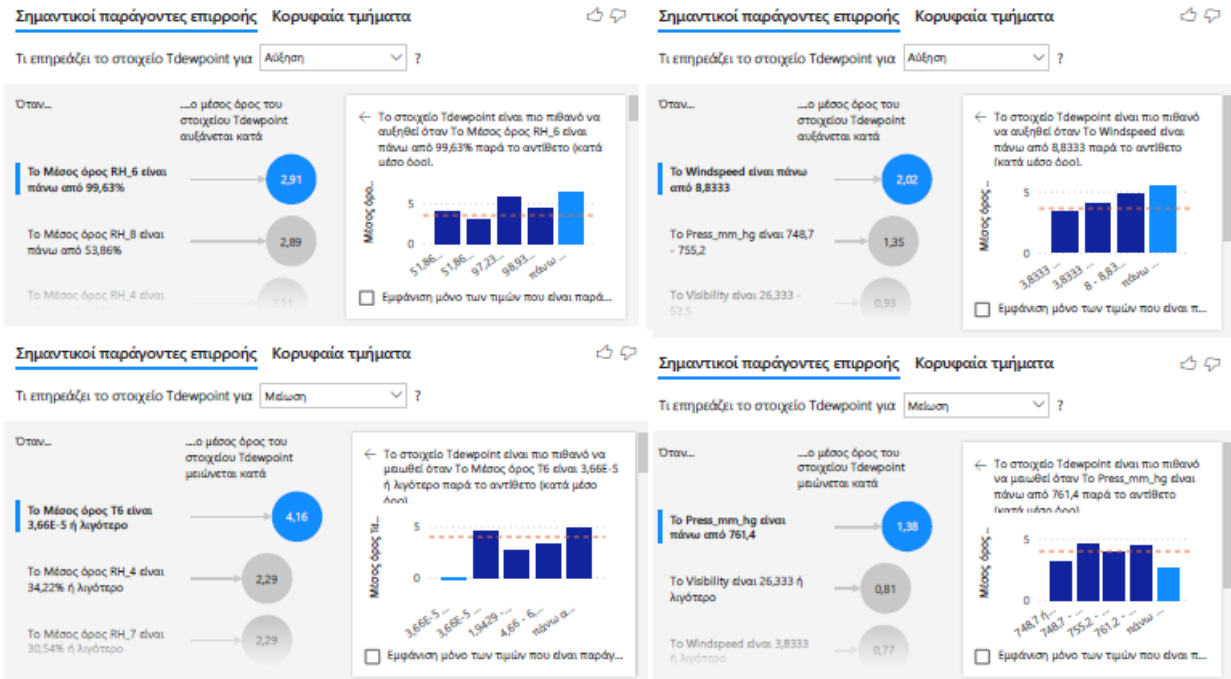
Συσχέτιση μέσου όρου σε σχέση με την εξωτερική θερμοκρασία



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 61 | ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ-ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ

Αντίστοιχα, έχουμε το διάγραμμα της μέσης τιμής της θερμοκρασίας του σπιτιού σε σχέση με την εξωτερική μέση τιμή της διάγραμμα 61. Ο μέσος όρος θερμοκρασίας του χώρου ανέρχεται στους 19 βαθμούς Κελσίου, ενώ ο μέσος όρος της εξωτερικής θερμοκρασίας κυμαίνεται στους 4 βαθμούς Κελσίου. Αυτή η διαφορά είναι αναμενόμενη, καθώς υπάρχουν διάφοροι παράγοντες για την διατήρηση θερμοκρασίας στον χώρο του σπιτιού.

Παράγοντες επιρροής για το Σημείο δρόσου

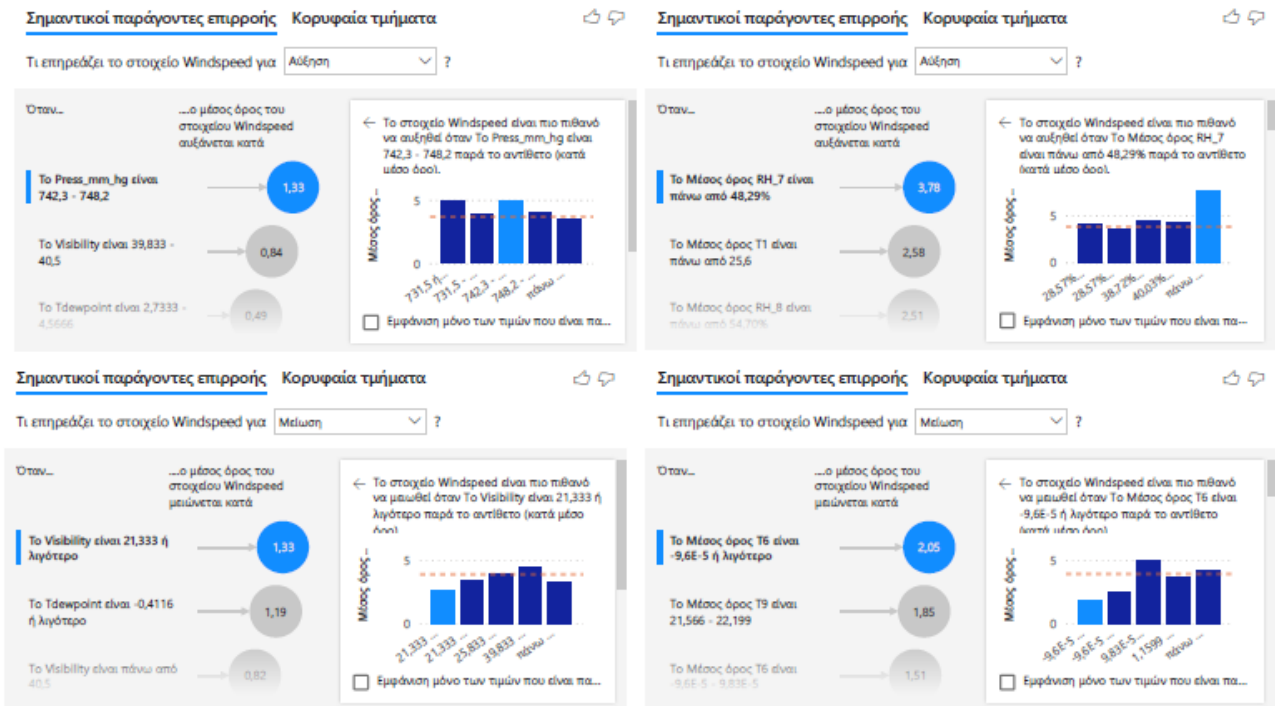


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 62 | ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΕΠΙΡΡΟΗΣ ΓΙΑ ΣΗΜΕΙΟ ΔΡΟΣΟΥ

Οι παράγοντες επιρροής του Σημείου δρόσου αναφέρονται στις παραπάνω αναλύσεις.

Πιο συγκεκριμένα, για την αύξηση του σημαντική επιρροή είναι η υγρασία και η ταχύτητα του αέρα. Αυτό σημαίνει, ότι όσο αυξάνονται αυτοί οι παράγοντες, τόσο αυξάνεται και το σημείο δρόσου όπως έχουμε προαναφέρει. Αντίθετα, η θερμοκρασία και η ατμοσφαιρική πίεση μειώνουν το σημείο δρόσου παίζοντας καθοριστικό ρόλο. Τα αποτελέσματα αυτά είναι αναμενόμενα, καθώς το Σημείο δρόσου σημαίνει ότι υπάρχει υγρασία στην ατμόσφαιρα, άρα και μικρότερη θερμοκρασία.

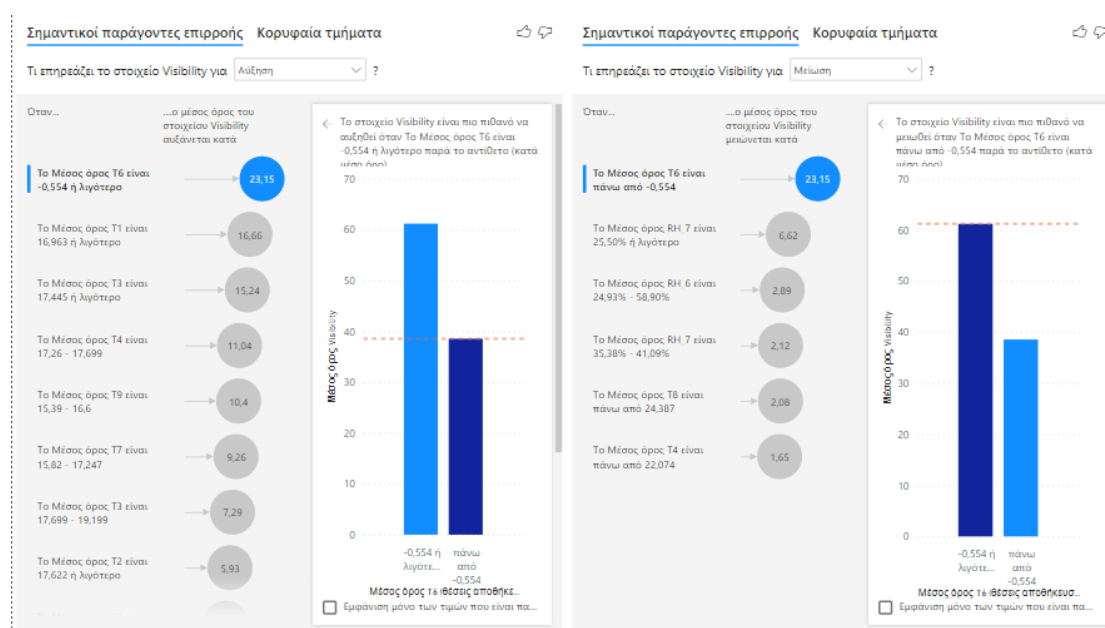
Παράγοντες επιρροής για την ταχύτητα του αέρα



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 63 | ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΕΠΙΡΡΟΗΣ ΓΙΑ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΕΡΑ

Η ταχύτητα του αέρα επηρεάζεται από την υγρασία όπως και από την ατμοσφαιρική πίεση για την αύξηση της. Σε αντίθεση με τους παράγοντες μείωσης της ταχύτητας του αέρα, που είναι η ικανότητα όρασης και η θερμοκρασία. Τα αποτελέσματα αυτά είναι φυσιολογικά καθώς, εάν υπάρχουν υψηλές θερμοκρασίες τα μόρια του αέρα βαραίνουν άρα μειώνεται η ταχύτητα τους, όπως επίσης και αν υπάρχει ομίχλη, άρα πυκνή συσσώρευση και μειωμένη ορατότητα δεν υπάρχει μεγάλη ταχύτητα του αέρα.

Παράγοντες επιρροής για την ορατότητα



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 64 | ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΕΠΙΡΡΟΗΣ ΓΙΑ ΟΡΑΤΟΤΗΤΑ

Στην παραπάνω ανάλυση, φαίνεται ότι κύριος παράγοντας επιρροής της ορατότητας, είναι η θερμοκρασία στην αύξηση, ενώ στην μείωση αυτού του παράγοντα παίζει σημαντικό ρόλο η υγρασία. Το επίπεδο της ορατότητας επηρεάζεται από την χαμηλή θερμοκρασία και την υψηλή υγρασία της ατμόσφαιρας καθώς έχοντας υψηλά επίπεδα υγρασίας έχουμε νέφος – ομίχλη άρα η ορατότητα μειώνεται.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΧΡΗΣΗ POWER BI

Το Power BI είναι μια υπηρεσία ανάλυσης επιχειρήσεων που παρέχεται από τη Microsoft. Χρησιμοποιείται για τη μετατροπή δεδομένων σε ουσιαστικές πληροφορίες, χρησιμοποιώντας έξυπνες απεικονίσεις και πίνακες. Μπορεί κανείς εύκολα να αναλύσει δεδομένα μέσω του προγράμματος και να λάβει σημαντικές επιχειρηματικές αποφάσεις. Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τα σύνολα δεδομένων που εισάγονται στο Power BI για οπτικοποίηση και ανάλυση δεδομένων, δημιουργώντας αναφορές, πίνακες εργαλείων και εφαρμογές με δυνατότητα κοινής χρήσης. Το Power BI είναι ένα φιλικό προς τον χρήστη εργαλείο που προσφέρει εντυπωσιακές δυνατότητες, όπου ο χρήστης μπορεί να χρησιμοποιήσει το Power BI τόσο σε πλατφόρμες εσωτερικής εγκατάστασης όσο και σε πλατφόρμες on-cloud.

Τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της χρήσης του Power BI.

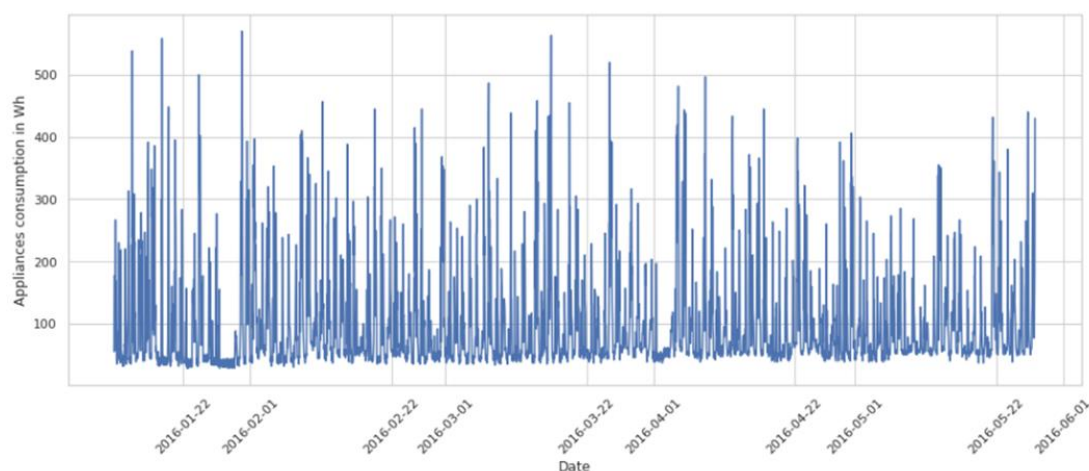
Σαν πλεονέκτημα μπορούμε να θεωρήσουμε, την εύκολη διασύνδεση με άλλα προγράμματα και γλώσσες προγραμματισμού, όπως Python, Excel και Microsoft SQL Data base.

Στα αρνητικά του συστήματος, μπορούμε να αναφέρουμε την δυσκολία που υπάρχει στην διαχείριση μεγάλων δεδομένων, καθώς αρκετές φορές, λόγω του όγκου των δεδομένων υπήρξαν θέματα στην επίδοση του συστήματος. Σαφώς, αξίζει να τονιστεί και η περίπλοκη χρήση που απαιτεί από τον χρήστη κάποια ήδη υπάρχουσα γνώση για τον σωστό χειρισμό του προγράμματος.

5. Ανάλυση δεδομένων με την χρήση της Python

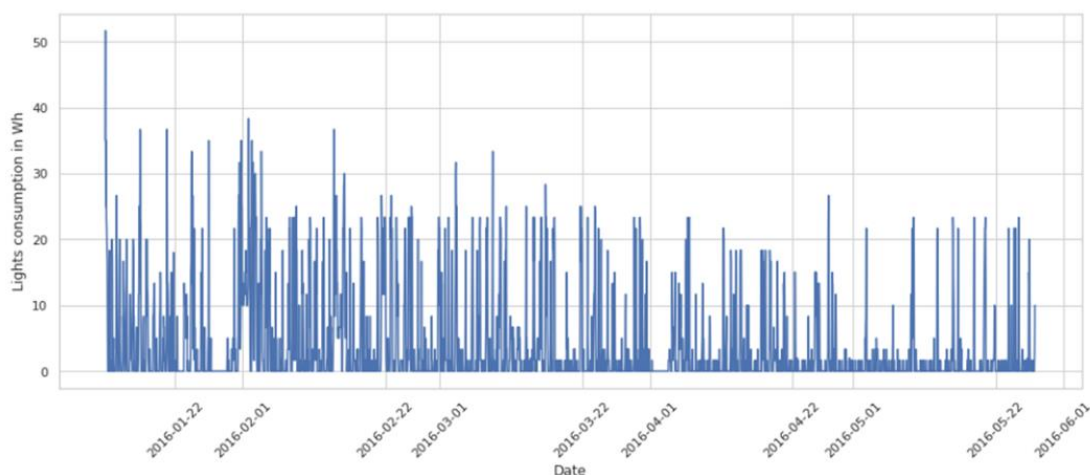
Προχωράμε την ανάλυση μας, με την γλώσσα προγραμματισμού Python, μια γλώσσα προγραμματισμού γενικού σκοπού για ανάλυση δεδομένων και επιστημονικούς υπολογισμούς χρήσιμη για τους οργανισμούς και επιχειρήσεις. Θα δούμε διάφορους τύπους διαγραμμάτων, χρονοσειρών και την επεξήγηση καθενός από αυτά στο κάτω μέρος της κάθε απεικόνισης.

Ανάλυση ενεργειακή κατανάλωση για ηλεκτρικές συσκευές και φώτα



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 65 | ΧΡΟΝΟΣΕΙΡΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ/ ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ

Ξεκινώντας με την χρονοσειρά της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης από Python, θα δούμε τις διακυμάνσεις της κατανάλωσης ανά τον χρόνο που ερευνήσαμε Ιανουάριο-Μάιο.

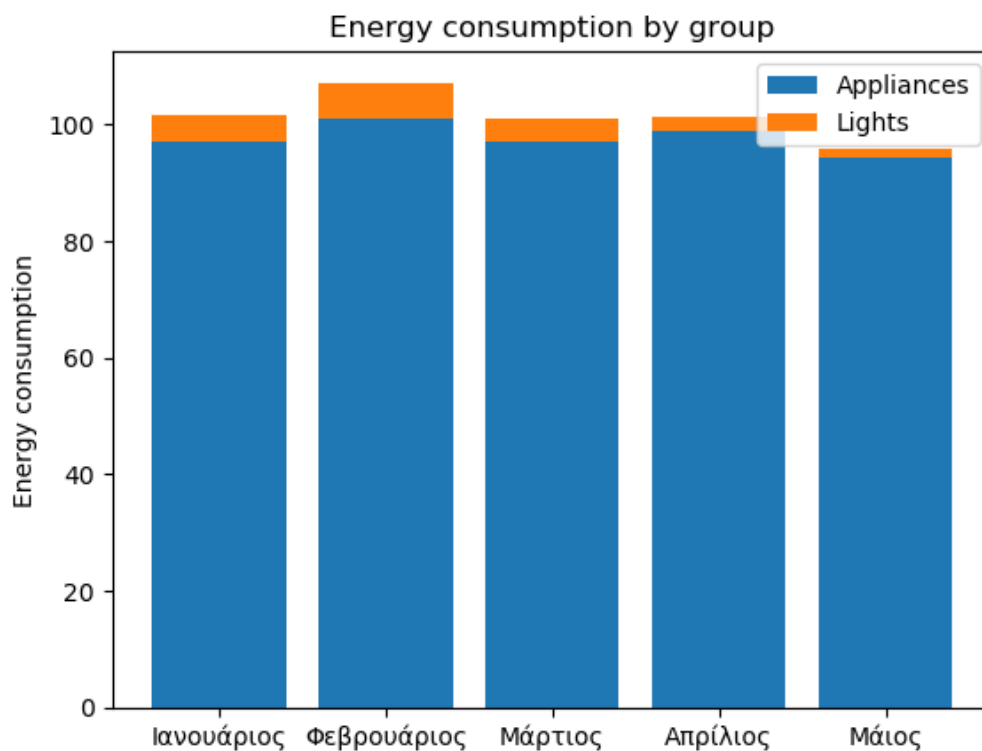


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 66 | ΧΡΟΝΟΣΕΙΡΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ/ ΦΩΤΑ

Έπειτα, βλέπουμε στην παραπάνω χρονοσειρά την αντίστοιχη απεικόνιση για την συνολική ενεργειακή κατανάλωση στα φώτα, παρατηρούμε όπως είναι αναμενόμενο την μείωση της

χρήσης τους όσο πλησιάζουμε στους καλοκαιρινούς μήνες όπου υπερέχουν οι ώρες της ημέρας με φυσικό φως.

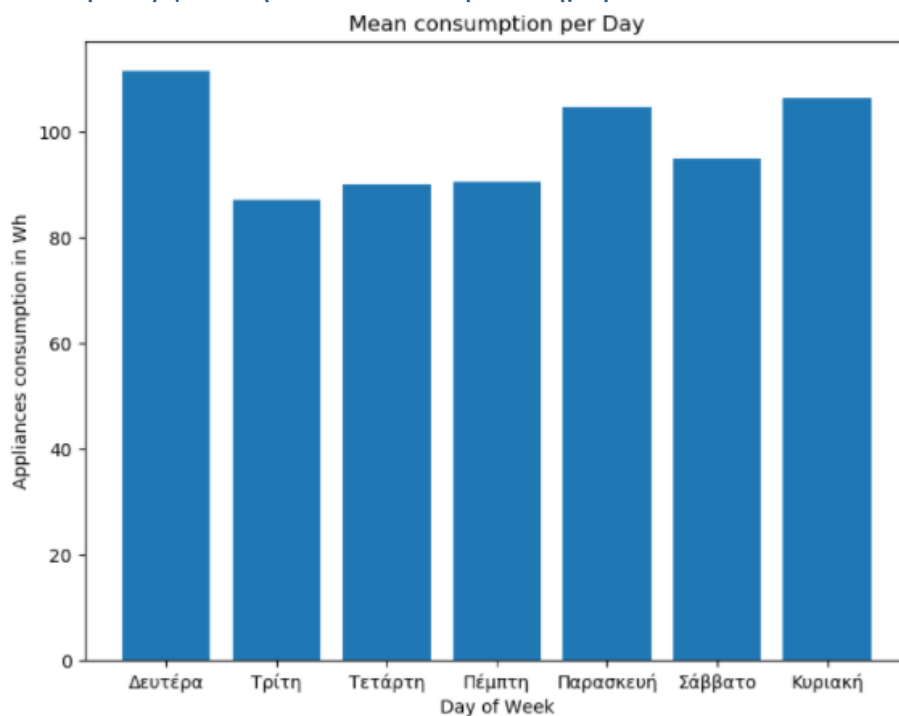
Ενεργειακή κατανάλωση ανά μήνα με ομαδοποίηση ανά μεταβλητή



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 67 | ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ/ ΦΩΤΑ ΑΝΑ ΜΗΝΑ

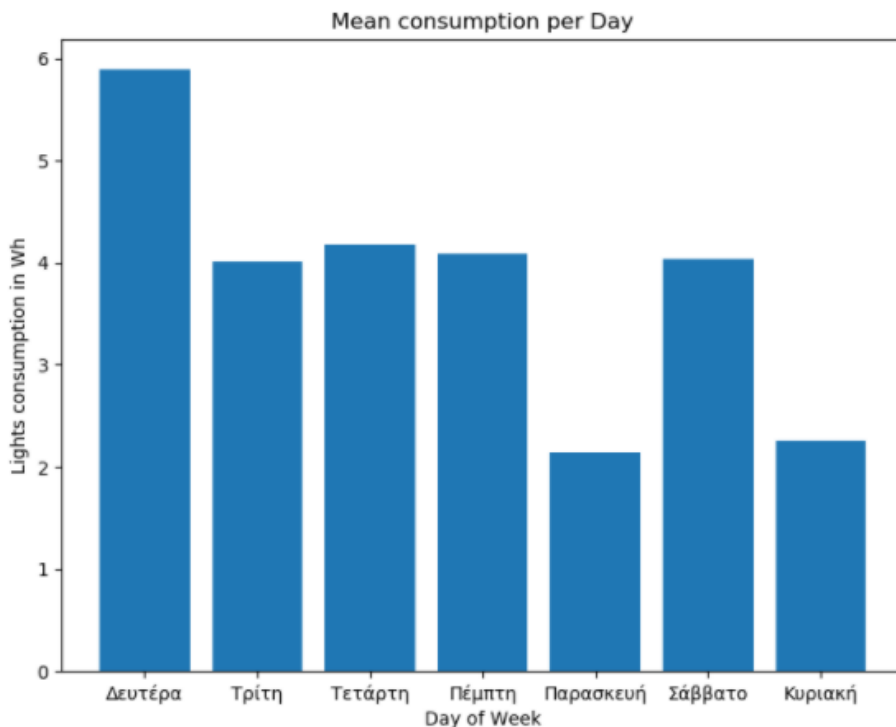
Στο γράφημα, βλέπουμε την συνολική εικόνα της ενεργειακής κατανάλωσης, τόσο στα φώτα όσο και στις ηλεκτρικές συσκευές. Όπως παρατηρείται, οι ηλεκτρικές συσκευές έχουν μεγαλύτερη κατανάλωση σε Watt ανά ώρα σε σχέση με τα φώτα. Πιο συγκεκριμένα, στα φώτα η κατανάλωση είναι από 4-8 Wh, ενώ στις ηλεκτρικές συσκευές η ενεργειακή κατανάλωση κυμαίνεται από το 80-100 Wh. Για τον λόγο αυτό, φαίνεται ότι οι ηλεκτρικές συσκευές έχουν μεγαλύτερη κατανάλωση κάθε μήνα.

Ανάλυση ενεργειακή κατανάλωση ανά ημέρα



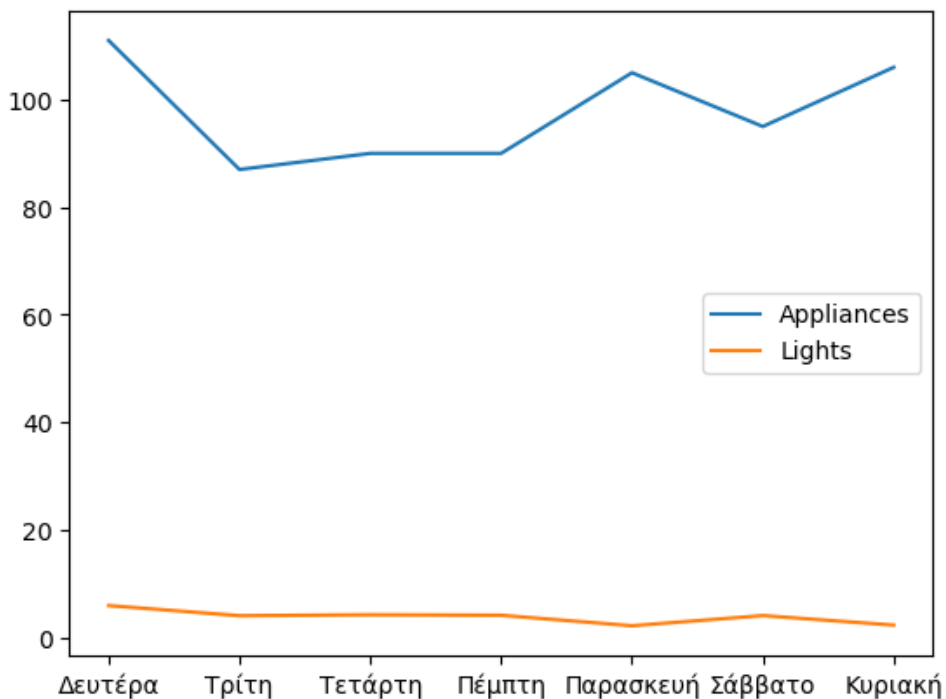
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 68 | ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΑΝΑ ΗΜΕΡΑ/ ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΑΝΑ ΗΜΕΡΑ

Στο παραπάνω διάγραμμα, απεικονίζεται η μέση κατανάλωση των ηλεκτρικών συσκευών ανά ημέρα εβδομάδας, η Δευτέρα είναι η ημέρα με την μεγαλύτερη κατανάλωση με πάνω από 100 Wh. Στην συνέχεια, ακολουθεί το Σάββατο και η Παρασκευή με τις μεγαλύτερες μέσες καταναλώσεις. Ενώ, Τρίτη είναι η μέρα με την μικρότερη κατανάλωση με μέση τιμή γύρω στις 85 Wh.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 69 | ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΑΝΑ ΗΜΕΡΑ/ ΦΩΤΑ ΑΝΑ ΗΜΕΡΑ

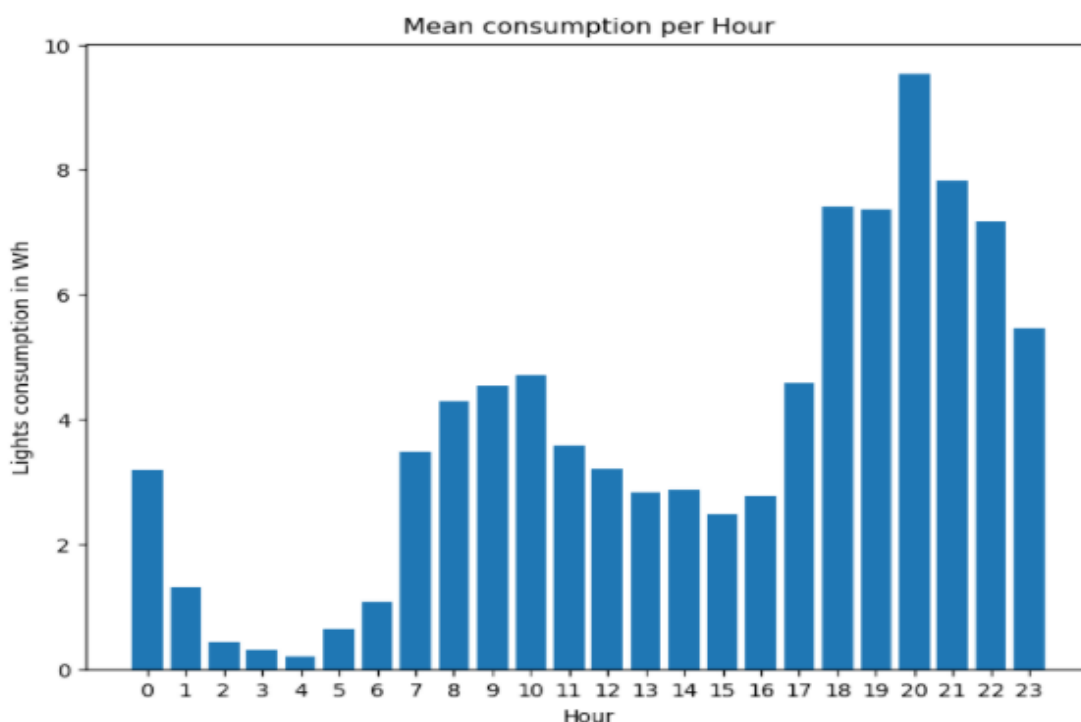
Στο παραπάνω διάγραμμα, έχουμε την αντίστοιχη απεικόνιση για την ενεργειακή μέση κατανάλωση των φώτων ανά ημέρα. Όπως παρατηρείται, η μέρα με την μεγαλύτερη κατανάλωση είναι η Δευτέρα, με κατανάλωση λίγο κάτω των 6 Wh και ακολουθεί η Τετάρτη με αρκετά χαμηλότερη κατανάλωση γύρω στα 4Wh.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 70 | ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΑΝΑ ΗΜΕΡΑ/ ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ & ΦΩΤΑ

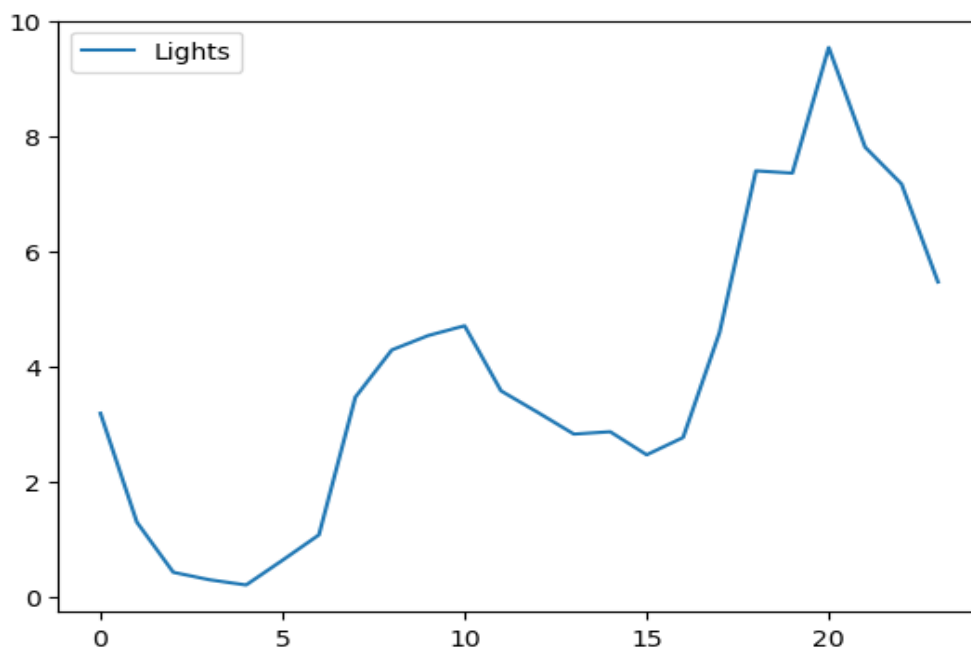
Στο γραμμικό γράφημα 70, βλέπουμε την συνολική εικόνα της ενεργειακής κατανάλωσης τόσο στα φώτα, όσο και στις ηλεκτρικές συσκευές. Όπως παρατηρείται, οι ηλεκτρικές συσκευές έχουν μεγαλύτερη κατανάλωση σε Watt ανά ώρα σε σχέση με τα φώτα. Πιο συγκεκριμένα, στα φώτα η κατανάλωση είναι από 4-8 Wh ενώ στις ηλεκτρικές συσκευές η ενεργειακή κατανάλωση κυμαίνεται από το 80-100 Wh.

Ανάλυση ενεργειακής κατανάλωσης ανά ώρα



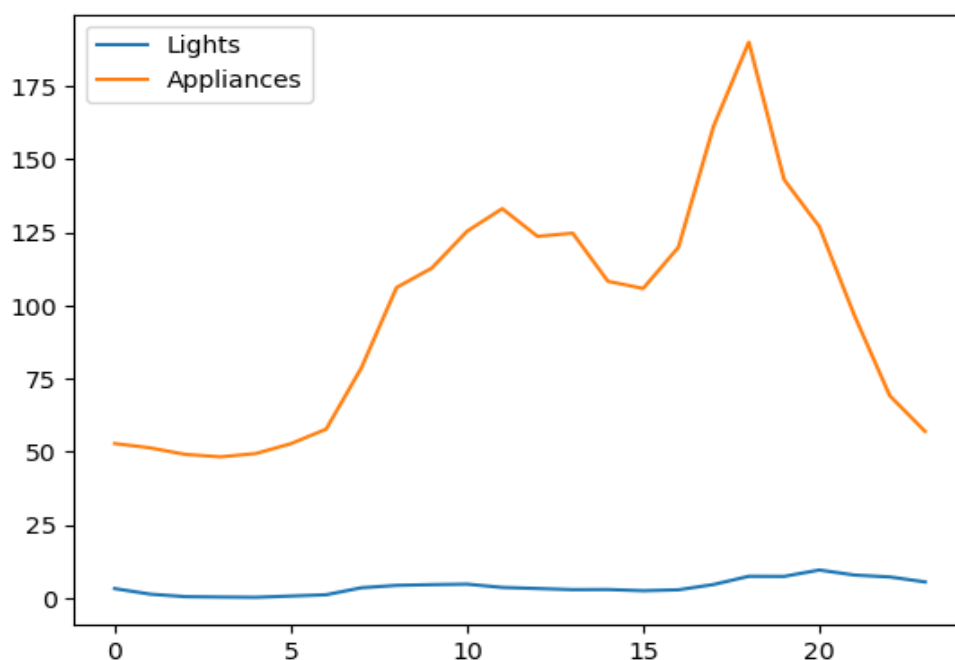
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 71 | ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΑΝΑ ΩΡΑ/ ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ

Με βάση την ώρα, η μέση κατανάλωση ενέργειας των ηλεκτρικών συσκευών βλέπουμε ότι μεγιστοποιείται στις απογευματινές ώρες και πιο συγκεκριμένα λίγο πριν 18:00 μ.μ. με πάνω από 180 Wh για μέση κατανάλωση. Ενώ, η μικρότερη τιμή σημειώνεται στις 04:00 π.μ. με σχεδόν μηδενικές μετρήσεις κατανάλωσης.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 72 | ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΑΝΑ ΩΡΑ/ ΦΩΤΑ

Στο παραπάνω γραμμικό γράφημα 72, με βάση την ωριαία κατανάλωση, η μέση κατανάλωση ενέργειας των φώτων μεγιστοποιείται όπως είναι φυσικό κατά τις απογευματινές ώρες και πιο συγκεκριμένα μετά τις 20:00 μ.μ. με πάνω από 9Wh για μέση κατανάλωση.

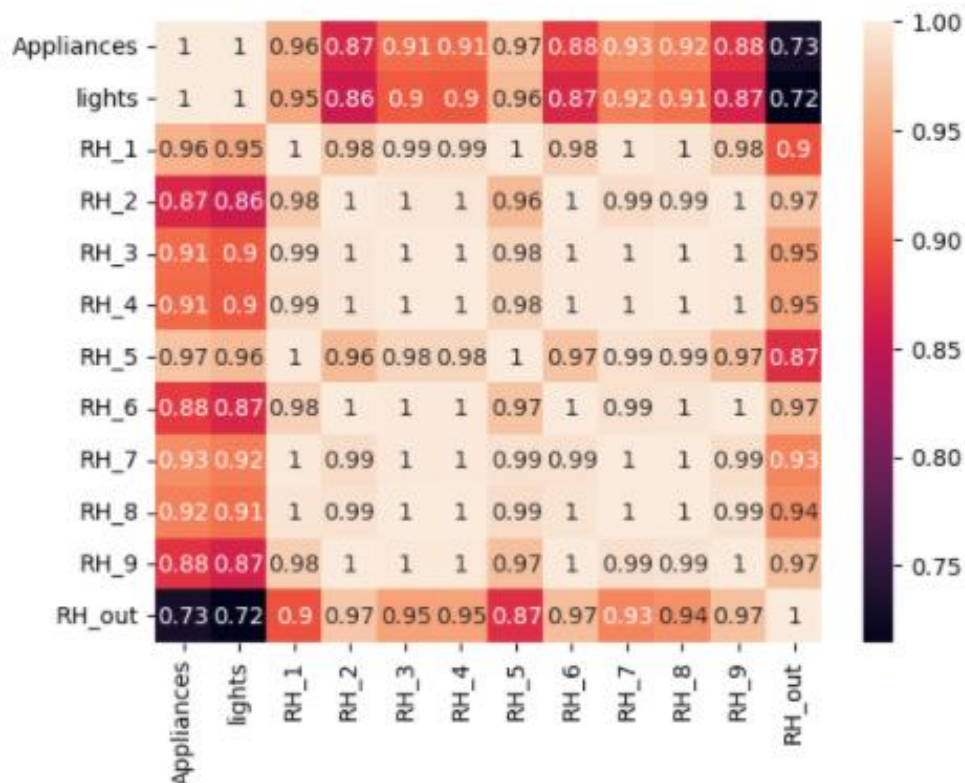


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 73 | ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΑΝΑ ΩΡΑ/ ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ & ΦΩΤΑ

Συγκεντρωτικά, μπορούμε να δούμε την διακύμανση της μέσης ενεργειακής κατανάλωσης των δύο μεταβλητών ανά ώρα. Η μέγιστη ενεργειακή κατανάλωση και στις δύο παραμέτρους, σημειώνεται το απόγευμα λίγο πριν τις 20:00 μ.μ.

Χάρτης πυκνότητας

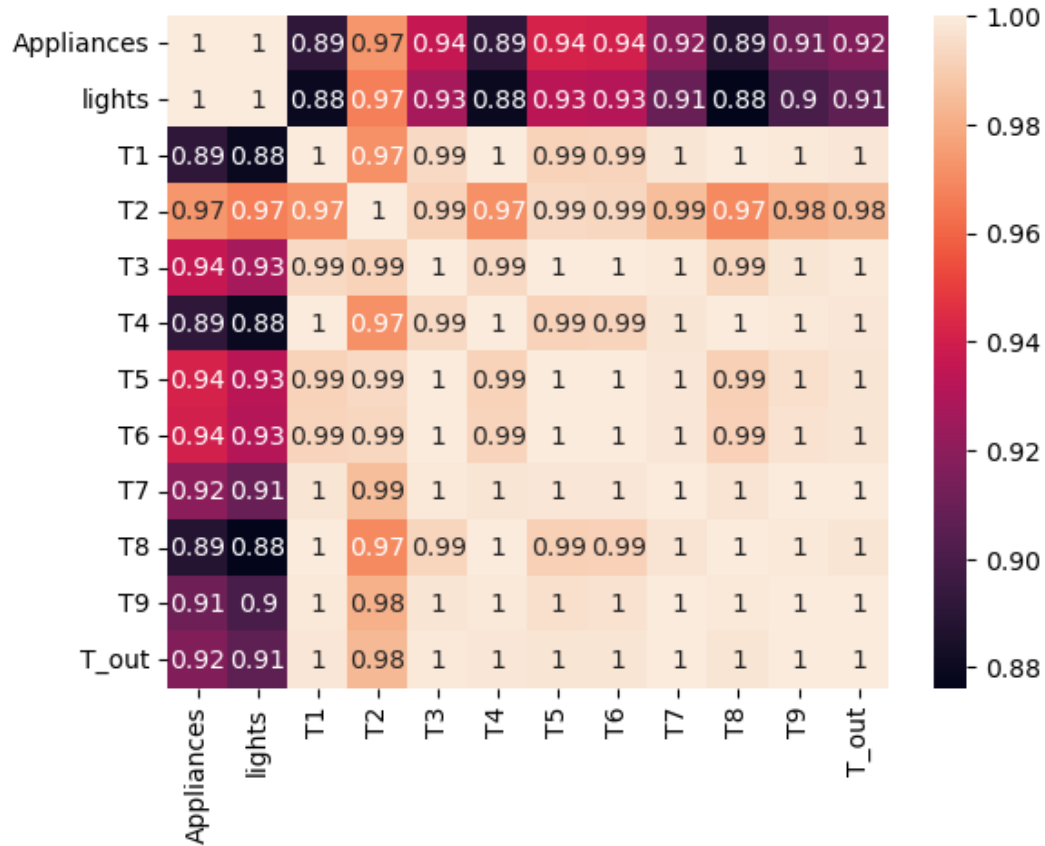
Συσχέτιση Ενεργειακής κατανάλωσης | Υγρασία



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 74 | ΧΑΡΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ/ ΥΓΡΑΣΙΑ

Παραπάνω απεικονίζεται ένας χάρτης θερμότητας, διάγραμμα 76, στον οποίο μπορούμε να δούμε ποιες μεταβλητές έχουν μεγαλύτερη αλληλεξάρτηση. Είναι απαραίτητο να τονιστούν τα μέγιστα και ελάχιστα σημεία του χάρτη που απεικονίζονται με σκούρο μπλε και δείχνουν ότι υπάρχει αρκετή επιρροή από τα αντίστοιχα στοιχεία. Πιο συγκεκριμένα, η εξωτερική υγρασία με την χρήση των ηλεκτρικών συσκευών αλλά και των φώτων του σπιτιού φαίνεται να μην είναι αρκετά συνδεδεμένη. Αντιθέτως, με ανοιχτό σομόν προβάλλονται οι σχέσεις μεγάλης εξάρτησης όπως το R1, η υγρασία στην κουζίνα και το R5, η υγρασία στο μπάνιο.

Συσχέτιση Ενεργειακής κατανάλωσης | Υγρασία



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 75 | ΧΑΡΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ/ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ

Παρόμοιο χάρτη θερμότητας εξετάζουμε στο διάγραμμα 77, για την θερμοκρασία σε συνάρτηση με την χρήση των ηλεκτρικών συσκευών και φώτων. Εδώ, παρατηρούμε μικρή εξάρτηση μεταξύ των μεταβλητών, αυτό σημαίνει ότι η αύξηση ή μείωση της θερμοκρασίας, δεν επηρεάζει άμεσα την ενεργειακή κατανάλωση του σπιτιού.

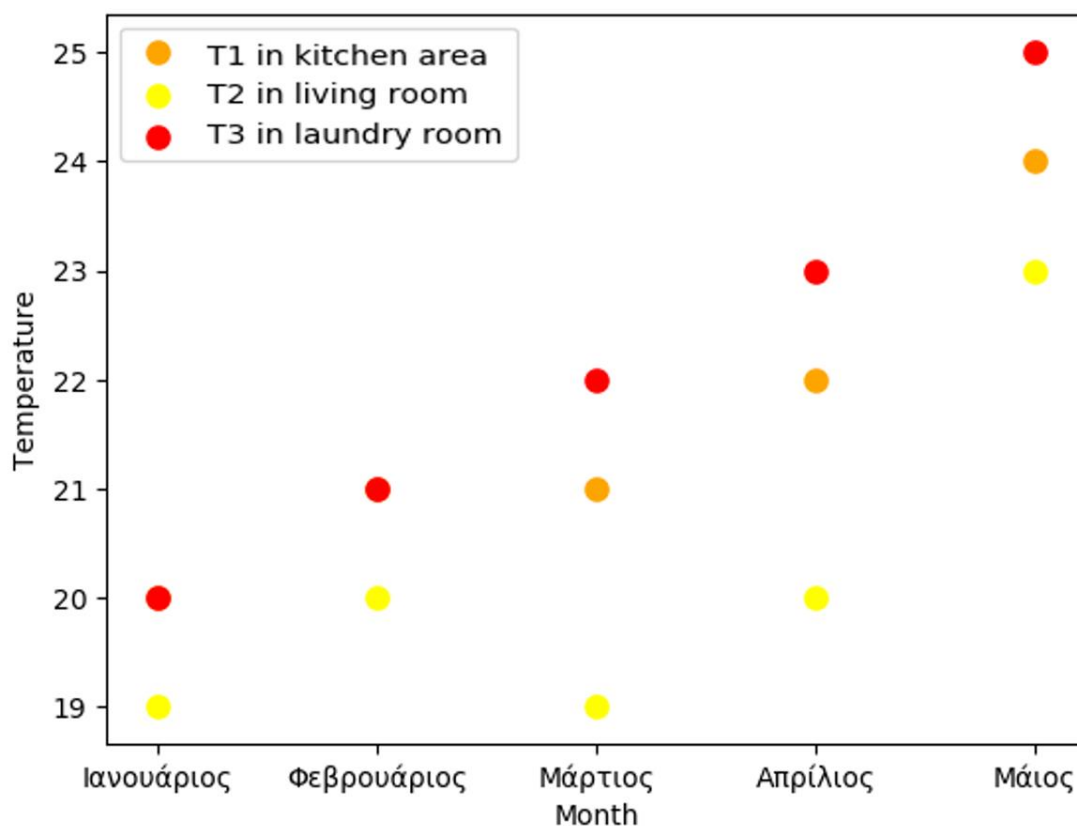
Συσχέτιση Ενεργειακής κατανάλωσης | Με σημαντικούς παράγοντες



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 76 | ΧΑΡΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ/ ΑΛΛΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ

Αντίστοιχα, εξετάζουμε και τις υπόλοιπες μεταβλητές σε σχέση με την ενεργειακή κατανάλωση, στο διάγραμμα 78. Γίνεται εύκολα αντιληπτό, ότι η ατμοσφαιρική πίεση φαίνεται να επηρεάζει λιγότερο από τις υπόλοιπες μεταβλητές την χρήση ηλεκτρικής ενέργειας, σε αντίθεση με την ταχύτητα του ανέμου και την ικανότητα όρασης.

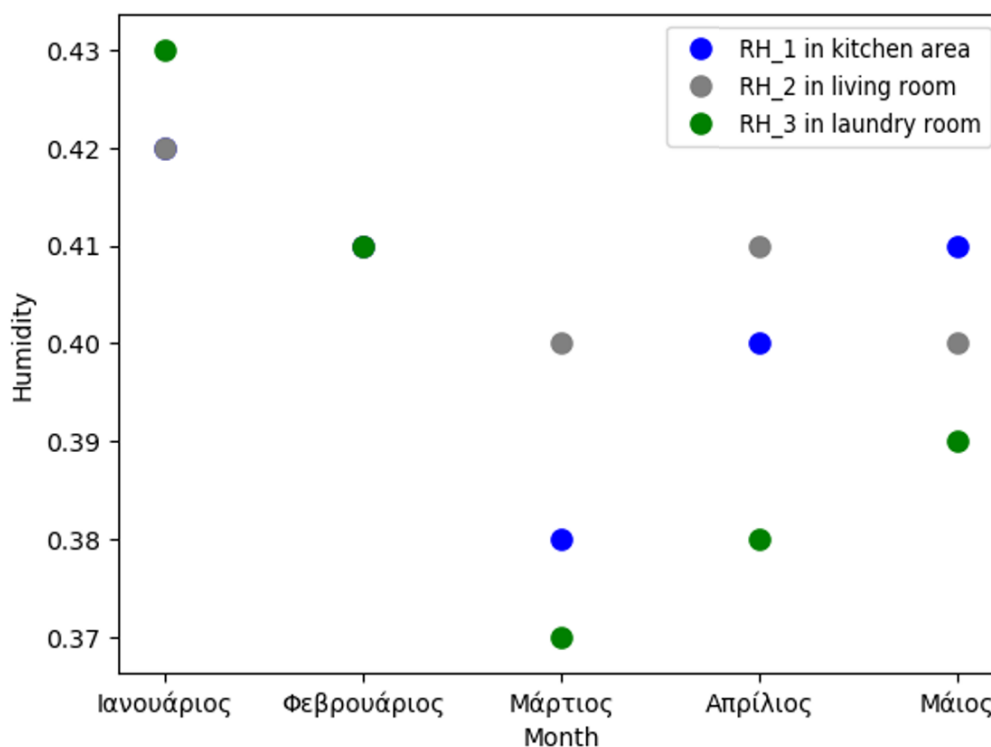
Διάγραμμα διασποράς θερμοκρασίας για κουζίνα/ το δωμάτιο με το πλυντήριο/ το μπάνιο



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 77 | ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΔΙΑΣΠΟΡΑΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ

Όπως είχαμε αναφέρει νωρίτερα στην ανάλυση μας τα τρία δωμάτια που ανακαλύψαμε ότι είναι σημαντικά στην ενεργειακή κατανάλωση είναι το δωμάτιο της κουζίνας, το δωμάτιο με το πλυντήριο και το δωμάτιο του μπάνιου. Για αυτό τον λόγο δημιουργήθηκε το παραπάνω διάγραμμα διασποράς 79, στο οποίο χωρίζονται τα δωμάτια χρωματικά με πορτοκαλί, κίτρινο και κόκκινο. Στις θερμοκρασίες όπως βλέπουμε, πρωταγωνιστεί το T3 το οποίο αντιστοιχεί στο δωμάτιο του μπάνιου, ενώ δεύτερο με πορτοκαλί χρώμα είναι η θερμοκρασία του T2 δωμάτιο του πλυντηρίου. Τέλος, είναι το δωμάτιο της κουζίνας που εμφανίζει τις χαμηλότερες τιμές θερμοκρασίας στο πέρας των μηνών. Στον Ιανουάριο παρατηρούμε ότι λείπει ο κύκλος που απεικονίζει το δωμάτιο της κουζίνας με πορτοκαλί χρώμα, καθώς έχει την ίδια τιμή με το σαλόνι 19 βαθμούς Κελσίου, όπως και για τον Φεβρουάριο θα δούμε ότι και οι δύο αυτές μεταβλητές έχουν ίδια τιμή με 20 βαθμούς Κελσίου, θερμοκρασία.

Διάγραμμα διασποράς θερμοκρασίας για κουζίνα/ το δωμάτιο πλυντηρίου/ το μπάνιου



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 78 | ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΔΙΑΣΠΟΡΑΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ

Σε συνέχεια του παραπάνω διαγράμματος διασποράς απεικονίζονται τα ίδια δωμάτια χρωματικά με την παράμετρο της υγρασίας σε πράσινο, μπλε και γκρι χρώμα, διάγραμμα 80. Μπορούμε να διακρίνουμε, ότι δεν υπάρχει κάποιο ξεκάθαρο μοτίβο για τους πρώτους δύο μήνες, σε αντίθεση με τους άλλους τρεις μήνες όπου είναι το R2,R1,R3 σε κατάταξη. Στον Ιανουάριο παρατηρούμε ότι λείπει ο κύκλος που αναπαριστά το δωμάτιο της κουζίνας με μπλε χρώμα, καθώς έχει την ίδια τιμή με το σαλόνι, ενώ για τον Φεβρουάριο θα δούμε ότι και οι 3 τρεις μεταβλητές έχουν ίδια τιμή με 41% υγρασία.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΧΡΗΣΗ ΡΥΤΗΘΝ

Η Python είναι μια από τις πιο δυναμικά αναπτυσσόμενες γλώσσες στον κόσμο. Είναι επίσης γνωστό ότι είναι μια από τις πιο ευέλικτες τεχνολογίες ανάπτυξης λογισμικού. Λόγω του υψηλού επιπέδου της, δυναμική γλώσσα προγραμματισμού που εστιάζει στην ταχεία και ισχυρή ανάπτυξη, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για δεδομένα οποιουδήποτε μεγέθους. Είναι μια ευέλικτη γλώσσα προγραμματισμού και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για εφαρμογές ιστού, ανάπτυξη εφαρμογών για κινητά, μηχανική εκμάθηση και προγράμματα τεχνητής νοημοσύνης ή ακόμα και για τη δημιουργία βιντεοπαιχνιδιών.

Η εκμάθηση της Python είναι σχετικά εύκολη, επομένως μπορεί να χρησιμοποιηθεί από όλους, από λογιστές έως επιστήμονες.

Στα θετικά στοιχεία της γλώσσας περιλαμβάνεται η γρήγορη εκμάθηση της, το ότι είναι open source δηλαδή ανοιχτού κώδικα και παρέχει δωρεάν χρήση. Επίσης προσφέρει αμέτρητες επιλογές σε βιβλιοθήκες, ανάλογα με το σκοπό που θέλει κάποιος να τις χρησιμοποιήσει. Για παράδειγμα η NumPy είναι μια βιβλιοθήκη για αριθμητικούς υπολογισμούς η Pandas¹¹ για δομές δεδομένων (data structures), για τον χειρισμό, τον καθαρισμό και την προετοιμασία δεδομένων ώστε να είναι έτοιμα τα στοιχεία εισαγωγής για την διαδικασία της μηχανικής μάθησης. Μια ακόμη βιβλιοθήκη για data visualization είναι η Matplotlib¹² η οποία είναι μια βιβλιοθήκη σχεδίασης με την αριθμητική της επέκταση την βιβλιοθήκη NumPy.¹³ Η οποία περιέχει μια μεγάλη συλλογή μαθηματικών συναρτήσεων υψηλού επιπέδου.

Στα αρνητικά της γλώσσας θα επισήμανα την αργή ταχύτητα, διότι η εκτέλεση του κώδικα γραμμή προς γραμμή συχνά οδηγεί σε αργή εκτέλεση. Ακόμη, χρησιμοποιεί μεγάλη ποσότητα μνήμης, αυτό μπορεί να είναι ένα μειονέκτημα κατά τη δημιουργία εφαρμογών.

¹¹ Pandas | <https://pandas.pydata.org/>

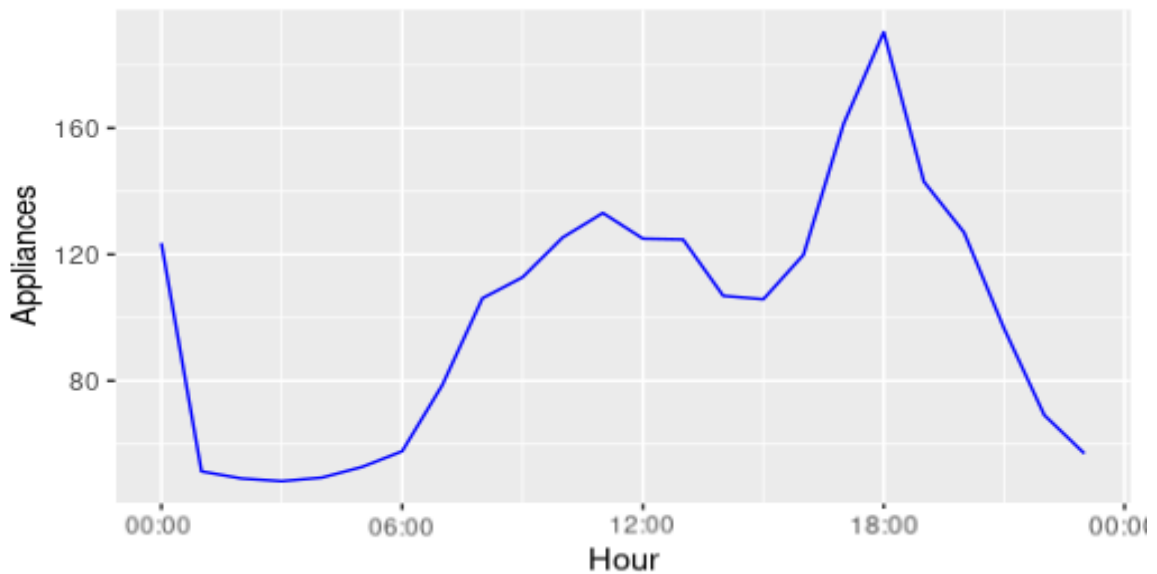
¹² Matplotlib | <https://matplotlib.org/>

¹³ NumPy | <https://numpy.org/>

6. Ανάλυση δεδομένων με την χρήση της R

Προχωράμε την ανάλυση μας με την γλώσσα προγραμματισμού R, η οποία είναι μια γλώσσα, ένα περιβάλλον για στατιστικό προγραμματισμό που περιλαμβάνει στατιστικούς υπολογισμούς και γραφικά, χρήσιμα για τις επιχειρήσεις. Θα απεικονίσουμε διάφορες αναλύσεις, σε διάφορους τύπους διαγραμμάτων και την επεξήγηση καθενός από αυτά στο κάτω μέρος των γραφημάτων.

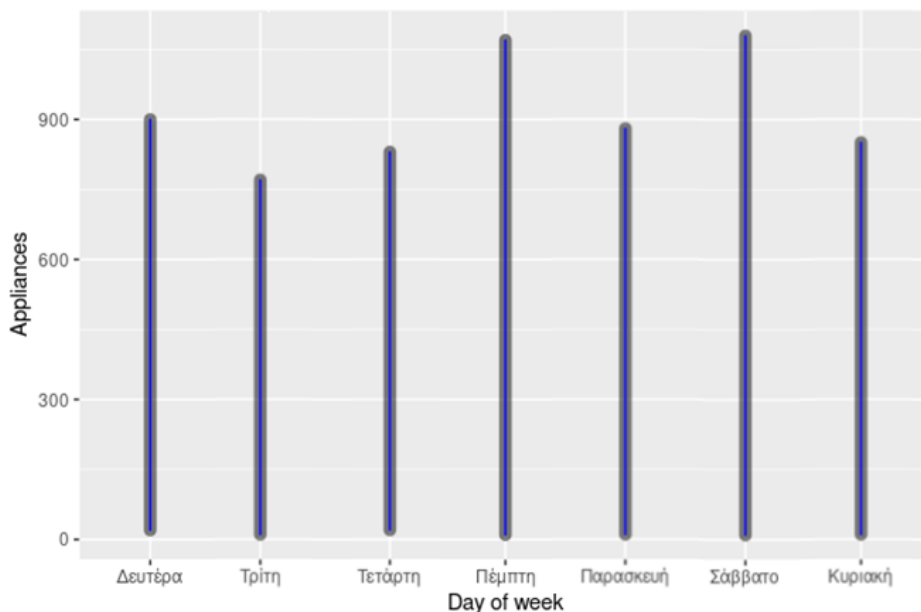
Ενεργειακή κατανάλωση ηλεκτρικών συσκευών σε διάστημα ημέρας



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 79 | ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΣΕ ΔΙΑΣΤΗΜΑ ΗΜΕΡΑΣ/ ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ

Στην παραπάνω χρονοσειρά, παρατηρούμε την κατανομή της συνολικής κατανάλωσης των ηλεκτρικών συσκευών μέσα σε ένα 24ώρο, που όπως έχουμε δει συγκεντρώνεται τις απογευματινές ώρες και πιο συγκεκριμένα μετά τις 19:00 μ.μ. . Με πάνω από 900 Wh κατανάλωση κατά τις απογευματινές προς τις βραδινές ώρες της ημέρας, αυτό είναι λογικό καθώς οι άνθρωποι γυρνούν από τις εξωτερικές δραστηριότητες και καταναλώνουν ηλεκτρική ενέργεια σε διάφορους τρόπους χρήσης.

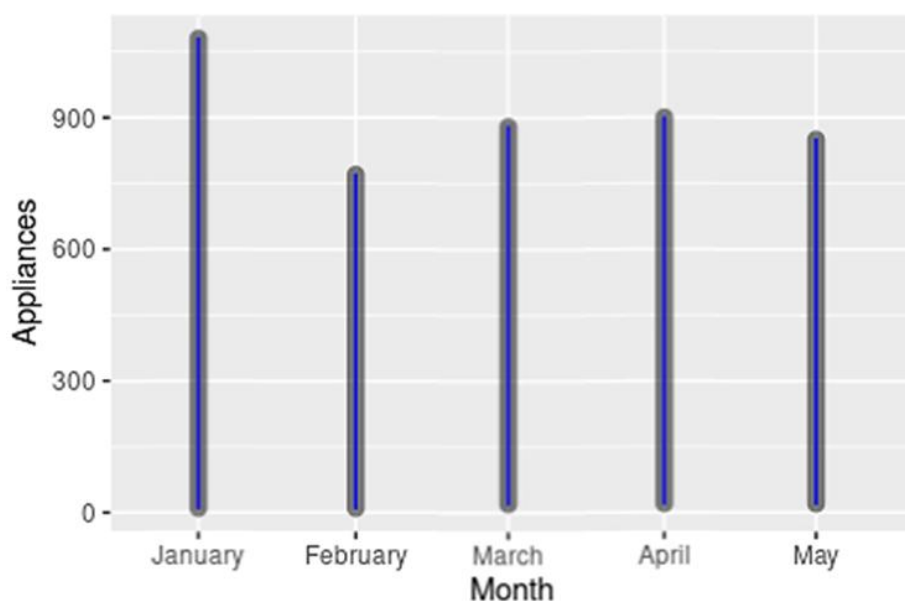
Ενεργειακή κατανάλωση ηλεκτρικών συσκευών ανά ημέρες



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 80 | ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΑΝΑ ΗΜΕΡΑ/ ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ

Στο παραπάνω διάγραμμα παρατηρούμε την ενεργειακή κατανάλωση σε επίπεδο εβδομάδας. Μέγιστη τιμή συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης βλέπουμε να συγκεντρώνεται τις ημέρες της Πέμπτης και του Σαββάτου με πάνω από 900 Wh . Σε αντίθεση με την Τρίτη, που φαίνεται να συγκεντρώνει την ελάχιστη ενεργειακή κατανάλωση σε σχέση με τις υπόλοιπες ημέρες της εβδομάδας.

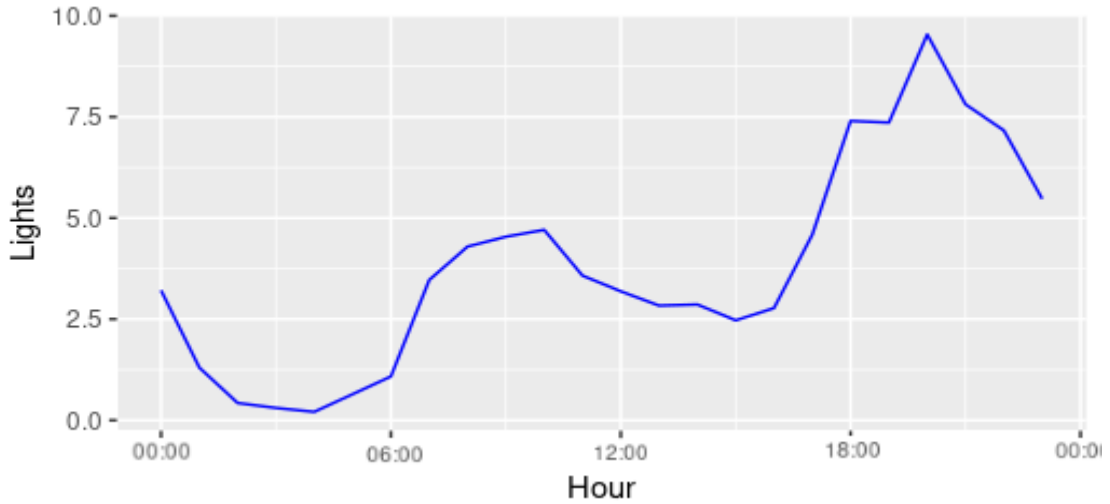
Ενεργειακή κατανάλωση ηλεκτρικών συσκευών ανά μήνα



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 81| ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΑΝΑ ΜΗΝΑ/ ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ

Στο διάγραμμα 85, απεικονίζεται η συνολική ενεργειακή κατανάλωση ανά μήνα. Όπως φαίνεται ο Ιανουάριος έχει την μέγιστη συνολική κατανάλωση με 900Wh. Αντιθέτως ο Φεβρουάριος είναι ο μήνας με την μικρότερη ενεργειακή κατανάλωση με 700Wh σε σχέση με τους υπόλοιπους μήνες των δεδομένων μας. Αυτό σημαίνει ότι υπάρχουν μερικές ακραίες τιμές χωρίς να είναι πολλές στο πλήθος επηρεάζοντας το γενικό αποτέλεσμα.

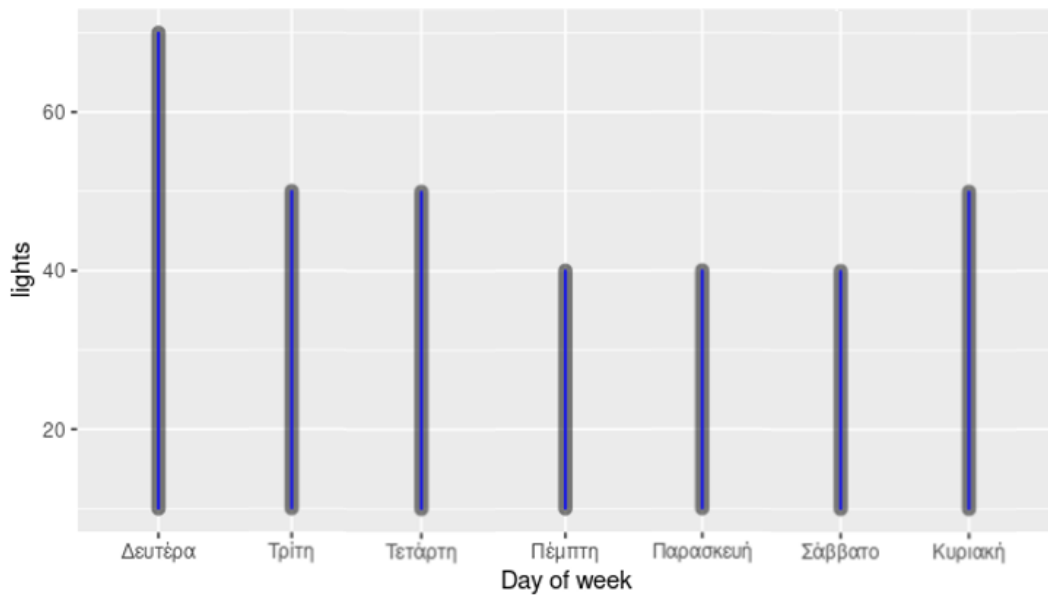
Ενεργειακή κατανάλωση στα φώτα σε διάστημα ημέρας



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 82 | ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΣΕ ΔΙΑΣΤΗΜΑ ΗΜΕΡΑΣ/ ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ

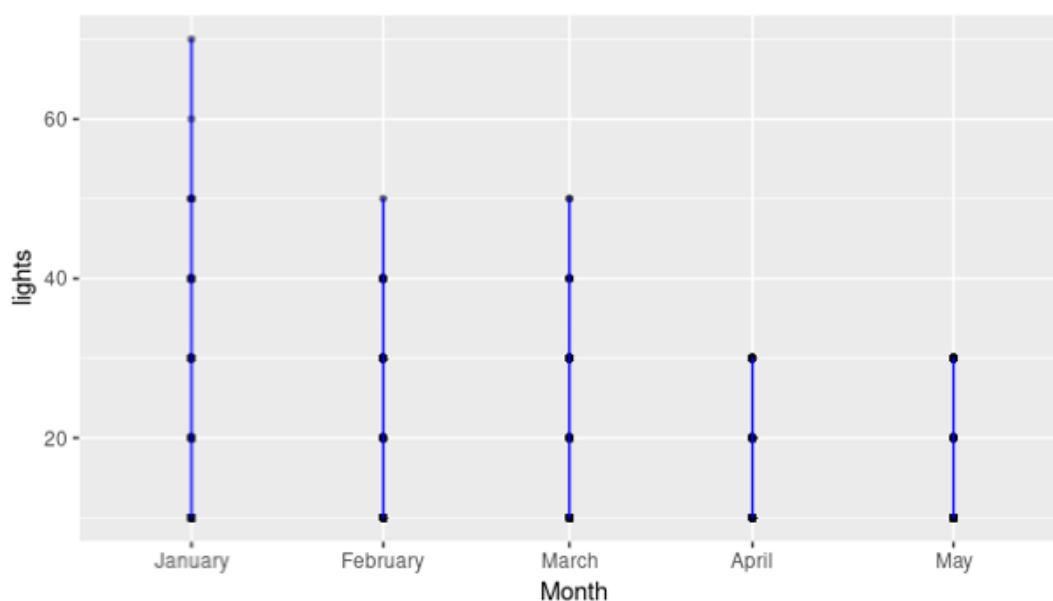
Στην παραπάνω χρονοσειρά, διάγραμμα 86, παρακολουθούμε την συνολική κατανομή της ενεργειακής κατανάλωσης των φώτων σε διάστημα μιας ημέρας. Είναι κατανοητό ότι η κατανομή τους θα συγκεντρώνει μεγαλύτερο αριθμό προς τις βραδινές ώρες που έχουμε ανάγκη από φως. Συνεπώς, μετά τις 18:00 μ.μ. υπάρχει κορύφωση της ενεργειακής κατανάλωσης με πάνω από 60 Wh.

Ενεργειακή κατανάλωση στα φώτα ανά ημέρα



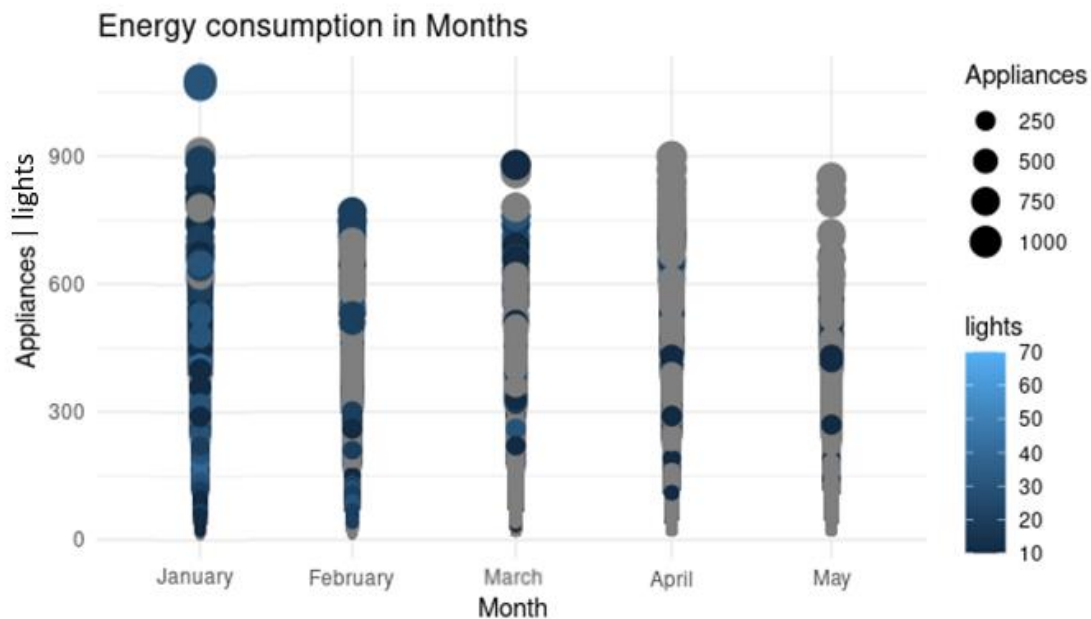
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 83 | ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΑΝΑ ΗΜΕΡΑ/ ΦΩΤΑ

Με βάση τις ημέρες της εβδομάδας, η μεγαλύτερη σε ενεργειακή κατανάλωση ημέρα για τα φώτα είναι η Δευτέρα με πάνω από 60 Wh. Σε αντίθεση, οι μικρότερες σε κατανάλωση ημέρες είναι η Πέμπτη, η Παρασκευή και στο Σάββατο με 20 Wh λιγότερες από την μέγιστη μέτρηση κατανάλωσης.

Ενεργειακή κατανάλωση στα φώτα ανά μήνα**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 84 | ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΑΝΑ ΜΗΝΑ/ ΦΩΤΑ**

Στο παραπάνω διάγραμμα 88, παρατηρούμε την μηνιαία κατανάλωση ενέργειας όσον αφορά τα φώτα του σπιτιού. Όπως είδαμε και στις ηλεκτρικές συσκευές ο Ιανουάριος έχει τις μέγιστες τιμές σε σχέση με τους υπόλοιπους μήνες των δεδομένων μας με 70 Wh. Ο Απρίλιος και ο Μάιος είναι οι μήνες με τη μικρότερη κατανάλωση και είναι φυσιολογικό γιατί όσο πηγαίνουμε προς την Άνοιξη-Καλοκαίρι η μέρα μεγαλώνει και δεν έχουμε τόσο έντονη την ανάγκη για φως.

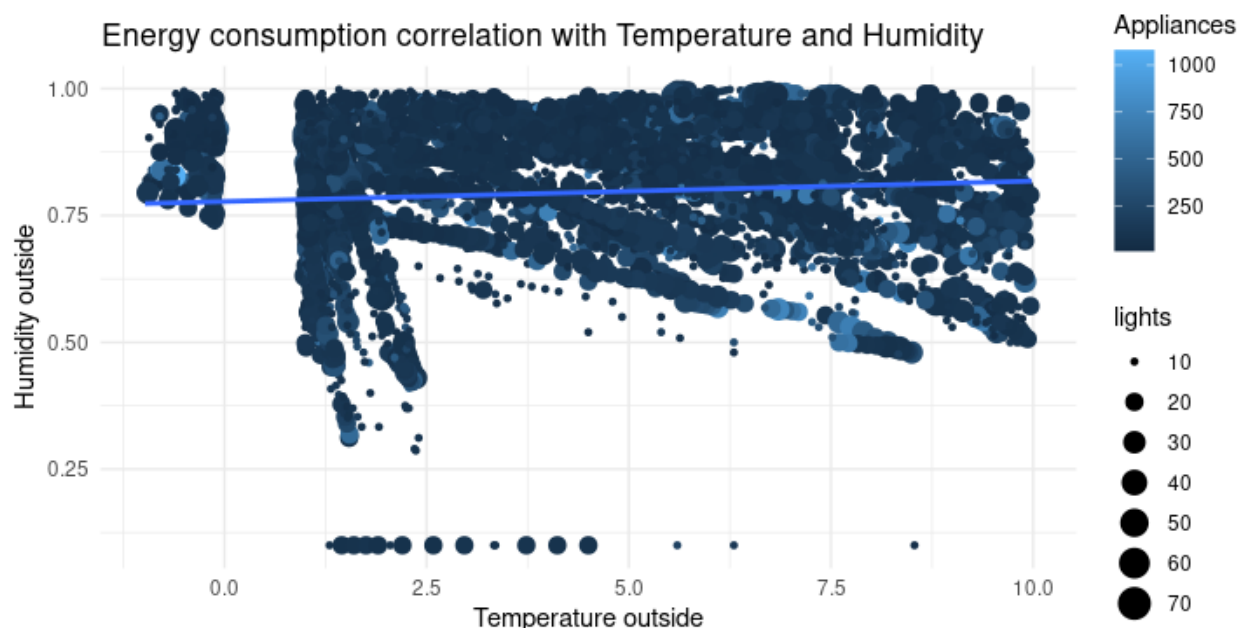
**Συσχέτιση ενεργειακής κατανάλωσης με θερμοκρασία και υγρασία/
Ηλεκτρικές συσκευές & Φώτα**



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 85 | ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΑΝΑ ΜΗΝΑ/ ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ & ΦΩΤΑ

Για να συνοψίσουμε μεταξύ της κατανάλωσης των ηλεκτρικών συσκευών και των φώτων σε επίπεδο μήνα. Όπως βλέπουμε με μπλε χρώμα είναι τα φώτα, ενώ με τα διάφορα μεγέθη κύκλου αναπαρίστανται οι ηλεκτρικές συσκευές. Μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι και οι δύο μεταβλητές ακολουθούν κοινή πορεία με μέγιστες τιμές στον μήνα Ιανουάριο με 900 Wh και 70 Wh αντίστοιχα.

Συσχέτιση ενεργειακή κατανάλωση με την εξωτερική υγρασία και θερμοκρασία/ Ηλεκτρικές συσκευές & Φώτα



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 86 | ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ-ΥΓΡΑΣΙΑΣ/ ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ & ΦΩΤΑ

Στο παραπάνω γράφημα πυκνότητας, διάγραμμα 90, παρατηρούμε την συσχέτιση μεταξύ των ενεργειακών καταναλώσεων των ηλεκτρικών συσκευών και των φώτων με τη Θερμοκρασία και την Υγρασία. Με μπλε χρώμα απεικονίζονται οι ηλεκτρικές συσκευές, ενώ με τα διάφορα μεγέθη του κύκλου, τα φώτα. Όπως γίνεται αντιληπτό, τα περισσότερα δεδομένα παρατηρούνται όταν υπάρχει μεγάλη υγρασία και μικρότερη θερμοκρασία ενώ βλέπουμε ότι όσο μικραίνει η υγρασία μειώνονται οι παρατηρήσεις μας. Αναλόγως πιο αραιή κατανομή υπάρχει και στην αύξηση της θερμοκρασίας, αυτό μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η μεταβολή της υγρασίας επηρεάζει περισσότερο της αύξηση ή μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης σε σχέση με την εξωτερική θερμοκρασία. Η μπλε γραμμή αναπαριστά την μέση σχέση μεταξύ των μεταβλητών που βρίσκεται πάνω από το μισό στο άξονα της υγρασίας.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΧΡΗΣΗ R

Κατά την χρήση της γλώσσας προγραμματισμού R υπήρχαν πολλά ενδιαφέροντα σημεία και άλλα πιο δύσκολα κατά την αλληλεπίδραση με αυτήν. Και αυτή η γλώσσα προγραμματισμού λειτουργεί με βιβλιοθήκες όπως η Python κατά την οποία θα χρειαστεί να καταλάβουμε τον τρόπο λειτουργίας τους, ώστε να κάνουμε σωστή επιλογή. Αφού κατέβουν όλα τα απαραίτητα πακέτα και γίνει η σύνδεση με τα αρχεία μας υπάρχουν κάποια θετικά και αρνητικά στοιχεία που θα χρειαστούν την απαραίτητη προσοχή.

Πιο συγκεκριμένα, τα πλεονεκτήματα της γλώσσας είναι ότι είναι και αυτή όπως και η Python, ανοιχτού κώδικα, το οποίο σημαίνει ότι ο καθένας έχει πρόσβαση σε αυτή και μπορεί να μάθει να την χειρίζεται. Ακόμη ένα θετικό της R είναι ότι μπορεί να «συμμαζέψει» τα δεδομένα και να τα τακτοποιήσει ώστε να είναι πιο εύκολα διαχειρίσιμα στην ανάλυση τους μέσα από την μεγάλη γκάμα βιβλιοθηκών και πακέτων που προφέρει το πρόγραμμα. Η συγκεκριμένη γλώσσα προγραμματισμού είναι γνωστή για τις δυνατότητες της στην στατιστική καθώς και στην απεικόνιση δεδομένων, αυτό βοήθησε αρκετά με την εκπόνηση της εργασίας και των γραφημάτων. Ακόμη έχει σημαντικές δυνατότητες σύνδεσης με άλλα προγράμματα π.χ. Excel, SaaS κλπ. ενώ δεν έχει κάποιον περιορισμό σε λογισμικό εφόσον μπορεί να λειτουργήσει σε πολλά διαφορετικά περιβάλλοντα π.χ. Linux, Windows, Mac.

Στα αρνητικά του προγράμματος, εάν δεν γίνει επιλογή του cloud και λειτουργήσει τοπικά καταναλώνει μεγαλύτερο μέρος της μνήμης του υπολογιστή, ενώ είναι αρκετά αργή στην εκτέλεση της, κάτι που αντιμετωπίζεται στο cloud περιβάλλον. Επιπλέον, εάν δεν υπάρχει γνώση προγραμματισμού είναι αρκετά δύσκολος ο χειρισμός της και η κατανόηση λειτουργίας της .

7. Σύγκριση προγραμμάτων

Έπειτα από την εξέταση των δεδομένων και στα τέσσερα προγράμματα μπορούμε να παραθέσουμε κάποια συμπεράσματα σχετικά με την χρήση και τα αποτελέσματα στα οποία καταλήξαμε.

Πιο συγκεκριμένα, το Power BI είναι μια υπηρεσία ανάλυσης επιχειρήσεων που παρέχεται από τη Microsoft, η οποία μπορεί να αναλύει και να οπτικοποιεί δεδομένα, να εξάγει πληροφορίες και να τα μοιράζεται σε διάφορα τμήματα ενός οργανισμού.

Το Tableau, είναι ένα ισχυρό εργαλείο Business Intelligence που διαχειρίζεται τη ροή δεδομένων και μετατρέπει τα δεδομένα σε πληροφορίες που μπορούν να είναι χρήσιμες για την επιχείρηση. Μπορεί να δημιουργήσει ένα ευρύ φάσμα διαφορετικών οπτικοποιήσεων, για την παρουσίαση των δεδομένων και την προβολή πληροφοριών διαδραστικά.

Το Power BI δεν έχει τη δυνατότητα drag-n-drop, που έχει το Tableau και επιτρέπει στους χρήστες του να δημιουργούν γρήγορα διαδραστικά γραφικά και πίνακες εργαλείων με λίγα μόνο κλικ. Ωστόσο, το Power BI είναι φθηνότερο από το λογισμικό Tableau¹⁴, και πιο εύκολο στη χρήση του. Το Tableau, είναι ταχύτερο και αποδίδει καλύτερα όταν υπάρχει μεγάλος όγκος δεδομένων, σε αντίθεση το Power BI τείνει να καθυστερεί, κατά τον χειρισμό μαζικών δεδομένων.

Ακόμη, το Power BI υποστηρίζει διάφορες πηγές δεδομένων, αλλά έχει περιορισμένη πρόσβαση σε άλλες βάσεις δεδομένων και διακομιστές σε σύγκριση με το Tableau. Μερικά από τα παραδείγματα είναι Microsoft Excel, Κείμενο/CSV, Φάκελοι, MS SQL Server, Access DB, Oracle Database, IBM DB2, βάση δεδομένων MySQL, βάση δεδομένων PostgreSQL κ.λπ.

Το Tableau Software έχει πρόσβαση σε πολυάριθμες πηγές δεδομένων και διακομιστές όπως Excel, Text File, PDF, JSON, στατιστικό αρχείο, Amazon Redshift, Cloudera Hadoop, Google Analytics, dropbox, google sheets, google drive και άλλα. Σε σύγκριση με το Power BI, το Tableau ενσωματώνεται πολύ καλύτερα με τη γλώσσα R. Η σύνδεση με αυτές τις γλώσσες προγραμματισμού, επιτρέπουν ακόμα πιο ισχυρές απεικονίσεις.

Το Power BI απολαμβάνει τα πλεονεκτήματα των επιχειρηματικών αναλύσεων της Microsoft που περιλαμβάνουν πλατφόρμες όπως η μηχανική εκμάθηση του Azure, οι υπηρεσίες ανάλυσης που βασίζονται σε SQL Server, η ροή δεδομένων σε πραγματικό χρόνο και πολλές τεχνολογίες βάσεων δεδομένων που προσφέρονται από το Azure. Βοηθά στην κατανόηση των δεδομένων και στην ανάλυση των τάσεων και των προτύπων στα δεδομένα. Το Tableau υποστηρίζει τις δυνατότητες της Python Machine Learning. Αυτό μας επιτρέπει να εκτελούμε λειτουργίες μηχανικής εκμάθησης πάνω από τα σύνολα δεδομένων και τις προβλέψεις

Τέλος, το Microsoft Power BI είναι νεότερο στην αγορά από το Tableau, όμως έχει μεγαλύτερη κοινότητα χρηστών. Πιο συγκεκριμένα, το Tableau έχει πάνω από 350.000 ενεργούς χρήστες, ενώ το Power BI έχει πάνω από 5 εκατομμύρια ενεργούς χρήστες σε μόλις 6 χρόνια.¹⁵

¹⁴ https://www.peerspot.com/products/comparisons/microsoft-bi_vs_tableau

¹⁵ <https://www.upslide.net/en/power-bi-vs-tableau/>

Όσον αφορά την σύγκριση της γλώσσας προγραμματισμού R με την Python, η R είναι μια γλώσσα και ένα περιβάλλον για στατιστικό προγραμματισμό που περιλαμβάνει στατιστικούς υπολογισμούς και γραφικά. Ενώ, η Python είναι μια γλώσσα προγραμματισμού γενικού σκοπού για ανάλυση δεδομένων και επιστημονικούς υπολογισμούς

Χαρακτηριστικό της R, είναι ότι έχει πολλά χρήσιμα στοιχεία για στατιστική ανάλυση και αναπαράσταση. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανάπτυξη εφαρμογών GUI (graphical user interface) και διαδικτυακών εφαρμογών, καθώς και με άλλα ενσωματωμένα συστήματα.

Δημοφιλή περιβάλλοντα ανάπτυξης για την R είναι τα Rstudio, RKward, R commander κ.λπ, ενώ για την Python είναι τα Spyder, Eclipse+Pydev, Atom κ.λπ. Οι βιβλιοθήκες της R περιλαμβάνουν αρκετά πακέτα όπως το ggplot2, το tidyverse κ.λπ. Ορισμένα βασικά πακέτα και βιβλιοθήκες της Python είναι: Pandas, Numpy κ.λπ.

Η ειδοποιός διαφορά μεταξύ των δύο γλωσσών είναι η προσέγγισή τους στην επιστήμη των δεδομένων. Και οι δύο γλώσσες προγραμματισμού είναι ανοιχτού κώδικα και υποστηρίζονται από μεγάλες κοινότητες, επεκτείνοντας συνεχώς τις βιβλιοθήκες και τα εργαλεία τους. Όμως, ενώ η R χρησιμοποιείται κυρίως για στατιστική ανάλυση, η Python παρέχει μια πιο γενική προσέγγιση δεδομένων.

Ακόμη η Python, είναι μια γλώσσα πολλαπλών χρήσεων, όπως η C++ και η Java, με εύκολη εκμάθηση. Συνήθως, η Python χρησιμοποιείται για την εμβάθυνση στην ανάλυση δεδομένων ή για μηχανική μάθηση σε επεκτάσιμα περιβάλλοντα παραγωγής. Για παράδειγμα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αναγνώριση προσώπου στο API του κινητού ή για την ανάπτυξη μιας εφαρμογής μηχανικής εκμάθησης. Η R, από την άλλη πλευρά, χτίζεται από στατιστικούς και κλίνει σε μεγάλο βαθμό σε στατιστικά μοντέλα και εξειδικευμένες αναλύσεις. Συχνά την χρησιμοποιούν για βαθιά στατιστική ανάλυση, που υποστηρίζεται από λίγες μόνο γραμμές κώδικα και όμορφες απεικονίσεις δεδομένων.

Έπειτα, η συλλογή δεδομένων διαφέρει στις δύο γλώσσες, καθώς η Python υποστηρίζει όλα τα είδη μορφών δεδομένων, από αρχεία τιμών διαχωρισμένων με κόμματα (CSV) έως JSON που προέρχονται από τον Ιστό. Μπορεί επίσης να γίνει εισαγωγή σε πίνακες SQL απευθείας στον κώδικα Python. Αντίθετα, η R έχει σχεδιαστεί για εισαγωγή δεδομένων από αρχεία Excel, CSV και κειμένου. Τα αρχεία που έχουν δημιουργηθεί σε μορφή SPSS μπορούν επίσης να μετατραπούν σε πλαίσια δεδομένων R (R dataframes).

Επιπρόσθετα, στην Python, μπορεί να γίνει εξερεύνηση των δεδομένων με τα Pandas¹⁶, τη βιβλιοθήκη ανάλυσης δεδομένων, ώστε να υπάρχει το κατάλληλο φιλτράρισμα, η ταξινόμηση και η εμφάνιση των δεδομένων σε λίγα δευτερόλεπτα. Η R, από την άλλη πλευρά, είναι βελτιστοποιημένη για στατιστική ανάλυση μεγάλων συνόλων δεδομένων και προσφέρει έναν αριθμό διαφορετικών επιλογών για την εξερεύνηση δεδομένων που μπορεί να δημιουργήσει κατανομές πιθανοτήτων, να εφαρμόσει διαφορετικές στατιστικές δοκιμές και να χρησιμοποιήσει τυπικές τεχνικές μηχανικής εκμάθησης και εξόρυξης δεδομένων.

Για την μοντελοποίηση δεδομένων, η Python διαθέτει κατάλληλες βιβλιοθήκες συμπεριλαμβανομένων των Numpy¹⁷ για ανάλυση αριθμητικής μοντελοποίησης, SciPy¹⁸ για επιστημονικούς υπολογισμούς. Για την αντίστοιχη ανάλυση μοντελοποίησης στην R, θα

¹⁶ <https://pandas.pydata.org/>

¹⁷ <https://numpy.org/>

¹⁸ <https://scipy.org/>

χρειαστεί η βιβλιοθήκη Tidyverse¹⁹, που καθιστά εύκολη την εισαγωγή, τον χειρισμό, την οπτικοποίηση και την αναφορά δεδομένων. Όσον αφορά την οπτικοποίηση δεδομένων δεν αποτελεί πλεονέκτημα στην Python, όμως μπορεί να χρησιμοποιηθεί η βιβλιοθήκη Matplotlib²⁰ για τη δημιουργία βασικών γραφημάτων. Επιπλέον, η βιβλιοθήκη Seaborn²¹, μπορεί να σχεδιάσει πιο ελκυστικά, στατιστικά γραφήματα. Ωστόσο, η R κατασκευάστηκε για να επιδεικνύει τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης, που δίνει την δυνατότητα να δημιουργούμε εύκολα βασικά γραφήματα. Για πιο προηγμένες γραφικές παραστάσεις, όπως σύνθετα διαγράμματα διασποράς με γραμμές παλινδρόμησης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί, η βιβλιοθήκη ggplot²².

Η επιλογή του σωστού προγράμματος εξαρτάται από το χρήστη και το επίπεδο γνώσης του. Εδώ είναι μερικά πράγματα που πρέπει να ληφθούν υπόψη:

1. Υπάρχει εμπειρία προγραμματισμού;

Εάν δεν υπάρχει κάποια γνώση προγραμματισμού ο χρήστης μπορεί να ξεκινήσει την ανάλυση με ένα από τα πρώτα προγράμματα, Power BI, Tableau τα οποία δεν απαιτούν κάποια γνώση. Παρόλα αυτά, χάρη στην σύνταξη της, η Python έχει μια καμπύλη εκμάθησης που είναι γραμμική και ομαλή. Θεωρείται μια καλή γλώσσα για αρχάριους προγραμματιστές. Με την R, οι αρχάριοι μπορούν να εκτελούν εργασίες ανάλυσης δεδομένων μέσα σε λίγα λεπτά, όμως η πολυπλοκότητα της προηγμένης λειτουργικότητας στο R καθιστά πιο δύσκολη την ανάπτυξη τεχνογνωσίας.

2. Ποια προβλήματα πρέπει να λυθούν;

Κάποια προγράμματα είναι κατάλληλα για πιο δύσκολες αναλύσεις και πιο περίπλοκα δεδομένα, μεγάλου όγκου (Tableau) ενώ άλλα είναι καλύτερα στην διαχείριση μικρού όγκου δεδομένων (Power BI). Ακόμη, ο προγραμματισμός της R είναι καταλληλότερος για στατιστική μάθηση, με αμέτρητες βιβλιοθήκες για εξερεύνηση δεδομένων και πειραματισμό. Η Python, είναι καλύτερη επιλογή για μηχανική εκμάθηση και εφαρμογές μεγάλης κλίμακας, ειδικά για ανάλυση δεδομένων εντός εφαρμογών ιστού.

¹⁹ <https://www.tidyverse.org/>

²⁰ https://matplotlib.org/3.1.1/api/_as_gen/matplotlib.pyplot.vlines.html

²¹ <https://seaborn.pydata.org/>

²² <https://ggplot2.tidyverse.org/reference/ggplot.html>

8. Ανακεφαλαίωση και Συμπεράσματα

Τα τελευταία χρόνια, η εκρηκτική ανάπτυξη της τεχνολογίας και του διαδικτύου, έχουν οδηγήσει στην εμφάνιση μεγάλου όγκου δεδομένων, τα οποία έχουν αυξήσει την ανάγκη αξιοποίησης της πληροφορίας. Στην παρούσα διπλωματική εργασία, μελετήθηκε η οπτικοποίηση των δεδομένων με την χρήση των προγραμμάτων Tableau, Power BI και γλωσσών προγραμματισμού Python και R.

Από την σύγκριση των λογισμικών, προέκυψε ότι διαθέτουν πολλές δυνατότητες επεξεργασίας και ανάλυσης δεδομένων το καθένα με διαφορετικά δυνατά και αδύνατα σημεία. Η τελική επιλογή προγράμματος αποτελεί υποκειμενική κρίση του χρήστη σε συνδυασμό με τις ιδιαιτερότητες της χρήσης για την οποία προορίζονται. Κατά τη μελέτη ανάλυσης δεδομένων, αναδείχθηκε η αξία των συστημάτων οπτικοποίησης, μέσω της δημιουργίας γραφημάτων, τα οποία αποδίδουν με σαφή και οπτικά ευχάριστο τρόπο την αποτελεσματική επεξεργασία των δεδομένων και την εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων.

Αρχικά, είδαμε ότι η συνολική κατανάλωση των συσκευών του σπιτιού σε Wh σε σχέση με τις ώρες της ημέρας. Όπως παρατηρήσαμε, η μεγαλύτερη κατανάλωση συγκεντρώνεται μεταξύ των 17:00 μ.μ. έως και τις 20:00 μ.μ., με την μέγιστη κατανάλωση να καταγράφεται στις 18:00 μ.μ. (190,4Wh). Έπειτα, ασχοληθήκαμε με τη συνολική κατανάλωση που έχουμε από τα φώτα σε Wh ανά ώρες ημέρας. Η μεγαλύτερη κατανάλωση στα φώτα, συγκεντρώνεται μετά τις 18:00 το απόγευμα, όπου υπάρχει ανάγκη για φως με την μέγιστη κατανάλωση να σημειώνεται μεταξύ 20:00-21:00 μ.μ. (9,538Wh).

Στη συνολική κατανάλωση των συσκευών σε Wh ανά ημέρα εβδομάδας και Σαββατοκύριακου, η μέγιστη κατανάλωση παρατηρείται στην πρώτη περίπτωση την Δευτέρα με 111,5 Wh μέση κατανάλωση. Στην δεύτερη περίπτωση του Σαββατοκύριακου, η μεγαλύτερη μέση τιμή παρατηρείται το Σάββατο, με 106,2 Wh. Σε αυτό το σημείο είναι σημαντικό να σημειωθεί, ότι η μέση τιμή του Σαββατοκύριακου 51,9 Wh είναι μεγαλύτερη από την μέση τιμή των υπόλοιπων ημερών 50,4 Wh. Το οποίο σημαίνει, ότι γίνεται μεγαλύτερη κατανάλωση τόσο σε φώτα όσο και σε συσκευές για τις ημέρες αυτές.

Στην συνέχεια, εστίασαμε στην συνολική κατανάλωση σε Wh ανά μήνα σε συσκευές και φώτα. Γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι η μέγιστη κατανάλωση, όσον αφορά τις συσκευές είναι τον μήνα Μάιο με 432.800 Wh. Σε αντίθεση με την μέγιστη κατανάλωση από τα φώτα η οποία παρατηρείται τον Φεβρουάριο με 26.490 Wh. Είναι λογικό, να παρατηρείται μείωση στην κατανάλωση των φώτων όσο οι μήνες πλησιάζουν προς το καλοκαίρι, όπου η μέρα μεγαλώνει και δεν υπάρχει η ίδια ανάγκη για φως.

Συγκρίναμε τις θερμοκρασίες και τις υγρασίες στα δωμάτια της κουζίνας, το δωμάτιο όπου βρίσκεται το πλυντήριο και το σαλόνι καθώς παρατηρήσαμε ότι είναι υψίστης σημασίας για την ενεργειακή πρόβλεψη. Πιο συγκεκριμένα, η θερμοκρασία στο δωμάτιο του πλυντηρίου αυξάνεται με μεγαλύτερη ταχύτητα από 19 βαθμούς Κελσίου σε 25 βαθμούς Κελσίου. Επόμενη είναι η κουζίνα σε βαθμό αύξησης θερμοκρασίας σε μηνιαίο επίπεδο (19-24°C) και τελευταίο είναι το σαλόνι (19-23°C) το οποίο έχει μικρότερη μεταβολή μέσης τιμής θερμοκρασίας.

Η σχέση υγρασίας και θερμοκρασίας είναι αντιστρόφως ανάλογη που σημαίνει ότι όσο αυξάνεται η θερμοκρασία τόσο μειώνεται η υγρασία του δωματίου και αντιστρόφως.

Παραδείγματος χάρι, στο δωμάτιο του πλυντηρίου ενώ είχαμε τη χαμηλότερη μέση τιμή θερμοκρασίας έχουμε τις υψηλότερες μέσες τιμές υγρασίας. Πιο συγκεκριμένα, το μήνα Μάρτιο και Απρίλιο όπου η θερμοκρασία του δωματίου του πλυντηρίου είναι 19 με 20 βαθμούς Κελσίου σε μέση τιμή, η αντίστοιχη μέση τιμή της υγρασίας είναι στους 40-41% στο ίδιο χρονικό διάστημα.

Όσον αφορά την εξωτερική θερμοκρασία η μέση τιμή διαμορφώνεται στους 7 βαθμούς Κελσίου και η υγρασία κυμαίνεται στο 80%. Παρατηρήσαμε, ότι στο πρώτο τρίμηνο η μέση τιμή υγρασίας στον εξωτερικό χώρο κυμαίνεται στο 84% ενώ στο δεύτερο τρίμηνο το ποσοστό της υγρασίας πέφτει στο 74%. Αντίστοιχα, για το πρώτο τρίμηνο η μέση θερμοκρασία κυμαίνεται στους 4 βαθμούς Κελσίου ενώ στο δεύτερο τρίμηνο στους 11 βαθμούς Κελσίου. Έχει αρκετό ενδιαφέρον, η συνολική μέση θερμοκρασία του σπιτιού ανά δωμάτιο. Αναλύσαμε πιο πάνω τον κάθε χώρο ξεχωριστά, ώστε να μπορούμε να εξάγουμε ωφέλιμα συμπεράσματα για το σύνολο του σπιτιού. Πιο συγκεκριμένα, η μέση θερμοκρασία του σπιτιού, είναι στους 19,37 βαθμούς Κελσίου με ακραίες τιμές την θερμοκρασία του δωματίου του πλυντηρίου (22,27 Celsius) και του μπάνιου (7,91 Celsius). Η μέση τιμή υγρασίας αγγίζει το 43% με ακραίες τιμές του μπάνιου (54,61%) και του δωματίου με το σίδερο (35,39%).

Το σημείο δρόσου είναι ο αέρας που σε οποιαδήποτε δεδομένη θερμοκρασία είναι ικανός να συγκρατεί μια ορισμένη ποσότητα υδρατμών. Όταν επιτευχθεί αυτή η μέγιστη ποσότητα υδρατμών, αναφέρεται ως κορεσμός, το οποίο είναι γνωστό και ως 100% σχετική υγρασία. Όταν επιτευχθεί αυτό, η θερμοκρασία του αέρα έχει φτάσει τη θερμοκρασία του σημείου δρόσου.

Στα διαγράμματα που είδαμε με το σημείο δρόσου, έχει την μέγιστη μέση τιμή του τον Μάιο (7,98 Å°C). Καθώς αυξάνεται το σημείο δρόσου, υπάρχει μεγαλύτερη υγρασία στον αέρα και εξετάσαμε τις παρακάτω σχέσεις: το σημείο δρόσου με την εξωτερική θερμοκρασία και την υγρασία, καθώς και ένα συνολικό διάγραμμα για την συσχέτιση μεταξύ της ορατότητας, της ταχύτητας του ανέμου και των στοιχείων που προαναφέρθηκαν.

Όσον αφορά τη θερμοκρασία, παρατηρείται μία γραμμική σχέση, καθώς όσο αυξάνεται το σημείο δρόσου αυξάνεται και η θερμοκρασία. Όταν αυτό φτάσει στο μέγιστο, αντίστοιχα φτάνει στην μέγιστη τιμή της και η θερμοκρασία. Όπως είδαμε η υψηλή υγρασία υποδηλώνει ότι το σημείο δρόσου είναι κοντά στην τρέχουσα θερμοκρασία του αέρα. Όταν η υγρασία είναι στο 100% υποδηλώνει ότι το σημείο δρόσου είναι ίσο με την τρέχουσα θερμοκρασία και όταν η περιεκτικότητα σε υγρασία παραμένει σταθερή και η θερμοκρασία αυξάνεται, η σχετική υγρασία μειώνεται, αλλά το σημείο δρόσου παραμένει σταθερό²³. Ενδιαφέρον παρουσιάζει η αλληλεξάρτηση μεταξύ της ορατότητας και της ταχύτητας του ανέμου σε σχέση με το σημείο δρόσου. Όπως είδαμε, στα μικρότερα επίπεδα δρόσου η ορατότητα είναι στην μέγιστη μέση τιμή της 43,98 km σε αντίθεση με τα μεγαλύτερη επίπεδα δρόσου όπου εμφανίζεται το ελάχιστο σημείο ορατότητας 33,31 km.

Η πορεία της ορατότητας ή ικανότητας όρασης είναι όμοια με την εξωτερική υγρασία, καθώς και με την ταχύτητα του ανέμου. Αυτό ίσως δείχνει κάποια συσχέτιση μεταξύ των 3 μεταβλητών ως προς την ενεργειακή πρόβλεψη. Παράλληλα το σημείο δρόσου και η θερμοκρασία όπως προαναφέραμε δείχνουν να αλληλεξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό.

²³ https://en.wikipedia.org/wiki/Dew_point

Μετάπειτα, αναλύσαμε τις αλληλεξαρτήσεις μεταξύ των διάφορων εξωτερικών παραγόντων όπως εκείνη της υγρασίας και της ταχύτητας του αέρα σε σχέση με την ατμοσφαιρική πίεση. Παρατηρήθηκαν παρόμοια αποτελέσματα στις διακυμάνσεις της ατμοσφαιρικής πίεσης. Ακόμη, στο διάγραμμα συσχέτισης της ταχύτητας του ανέμου, του σημείου δρόσου και της θερμοκρασίας, σημειώθηκε μία συνεχής αύξηση του σημείου δρόσου και της θερμοκρασίας, ενώ η ταχύτητα του αέρα, αρχικά αυξάνεται αλλά στην συνέχεια μειώνεται έως το ελάχιστο σημείο της. Αυτό συμπίπτει, με το μέγιστο του σημείου δρόσου και της εξωτερικής θερμοκρασίας.

Μέσω του χάρτη θερμότητας, καταλήξαμε στο συμπέρασμα της εξάρτησης της υγρασίας με την ενεργειακή κατανάλωση και πιο συγκεκριμένα στις σχέσεις μεγάλης εξάρτησης όπως η υγρασία στην κουζίνα και η υγρασία στο μπάνιο, όπου παίζουν σημαντικό ρόλο στην αυξομείωση της ενεργειακής κατανάλωσης τόσο στα φώτα όσο και στις ηλεκτρικές συσκευές. Παρόμοιο χάρτη θερμότητας εξετάσαμε και για την θερμοκρασία σε συνάρτηση με την χρήση των ηλεκτρικών συσκευών και φώτων. Εδώ, παρατηρήθηκε μικρή εξάρτηση μεταξύ των μεταβλητών, που σημαίνει ότι η αύξηση ή μείωση της θερμοκρασίας δεν επηρεάζει άμεσα την ενεργειακή κατανάλωση του σπιτιού.

Τέλος, προχωρήσαμε σε περαιτέρω ανάλυση με το γράφημα πυκνότητας, για την συσχέτιση μεταξύ των ενεργειακών καταναλώσεων των ηλεκτρικών συσκευών και των φώτων με τη θερμοκρασία και την υγρασία. Οι περισσότερες μεταβλητές απεικονίζονται όταν υπάρχει μεγάλη υγρασία και μικρότερη θερμοκρασία, ενώ βλέπουμε ότι όσο μικραίνει η υγρασία μειώνονται οι παρατηρήσεις μας. Αναλόγως πιο αραιή κατανομή υπάρχει και στην αύξηση της θερμοκρασίας, που μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η μεταβολή της υγρασίας επηρεάζει περισσότερο της αύξηση ή μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης σε σχέση με την εξωτερική θερμοκρασία.

Στα πλαίσια της διπλωματικής εργασίας, παρουσιάστηκε πλήθος οπτικοποιήσεων των δεδομένων για την εξέταση και τον εντοπισμό συμπερασμάτων σχετικά με την ενεργειακή κατανάλωση και τους παράγοντες που την επηρεάζουν έμμεσα ή άμεσα. Κατά τη μελέτη των δεδομένων, αναδείχθηκε η αξία των γραφημάτων, που δημιουργήθηκαν με σαφή και ευχάριστο τρόπο, καθώς επέτρεψαν την αποτελεσματική επεξεργασία των δεδομένων και την εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων. Κατά την ενασχόληση με τα προγράμματα που χρησιμοποιήθηκαν, διαπιστώθηκαν οι μεγάλες δυνατότητες για ανάλυση και επεξεργασία δεδομένων. Επιπροσθέτως, τα εργαλεία οπτικοποίησης, με την προσιτή και απλοποιημένη χρήση τους ακόμα και από χρήστες χωρίς ιδιαίτερες γνώσεις πληροφορικής, μπορούν μελλοντικά να επιφέρουν μεγάλη ανεξαρτησία στην επιστήμη των δεδομένων.

Βιβλιογραφία

- [1] <https://www.kaggle.com/msand1984/appliance-energy-prediction> | (Mayursad, 2020)
- [2] <https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Appliances+energy+prediction> (Candanedo, 2017)
- [3] KEIM, Daniel A., et al. Visual Analytics: Scope and challenges. In: Visual data mining. Springer, Berlin, Heidelberg, 2008. p. 76-90. (Mansmann, 2008)
- [4] KEIM, Daniel A.; MANSMANN, Florian; THOMAS, Jim. Visual analytics: how much visualization and how much analytics?. *ACM SIGKDD Explorations Newsletter*, 2010, 11.2: 5-8. (Keim, 2009)
- [5] PROUZEAU, Arnaud, et al. Visual analytics for energy monitoring in the context of building management. In: *2018 International Symposium on Big Data Visual and Immersive Analytics (BDVA)*. IEEE, 2018. p. 1-9. (Prouzeau, 2018)
- [6] CUI, Wenqiang. Visual analytics: A comprehensive overview. *IEEE Access*, 2019, 7: 81555-81573. (Cui, 2019)
- [7] KOHLHAMMER, Jörn, et al. Solving problems with visual analytics. *Procedia Computer Science*, 2011, 7: 117-120. (Keim, 2010)
- [8] CANDANEDO, Luis M.; FELDHEIM, Véronique; DERAMAIX, Dominique. Data-driven prediction models of energy use of appliances in a low-energy house. *Energy and Buildings*, 2017, 140: 81-97.. (Candanedo, 2017)
- [9] ΤΣΑΟΥΣΙΔΗΣ, Φώτιος Ηλία. *Αναλυτική μεγάλων δεδομένων με χρήση τεχνικών οπτικοποίησης*. Aristotle University of Thessaloniki, 2019. (N.Βασιλειάδης, και συν., 2019)
- [10] ΒΕΡΥΚΙΟΣ, Βασίλειος; ΚΑΓΚΛΗΣ, Βασίλειος; ΣΤΑΥΡΟΠΟΥΛΟΣ, Ηλίας. Η επιστήμη των δεδομένων μέσα από τη γλώσσα R. 2015. (B.Βερύκιος, 2015)
- [11] <https://www.greenlane.com/> (2019)
- [12] <https://thinklytics.com/what-are-the-pros-cons-of-tableau/> (Thinklytics, 2020)
- [13] <https://www.o365cloudexperts.com/blog/pros-and-cons-of-power-bi> (Cloudexperts, 2020)
- [14] <https://www.absentdata.com/power-bi-pros-and-cons/> | (Absentdata, 2021)
- [15] <https://www.netguru.com/blog/python-pros-and-cons/> | (2020)
- [16] <https://en.wikipedia.org/wiki/Matplotlib> | (2021)
- [17] <https://github.com> | (2020)
- [18] <https://economictheoryblog.com/2017/05/13/r-pros-and-cons/> | (2017)
- [19] <https://www.javatpoint.com/r-advantages-and-disadvantages> | (2020)

- [20] <https://www.instateacher.gr/blog/article/programmatismos-oi-3-korifaies-glosses-programmatismou> | (2021)
- [21] <https://www.simplilearn.com/tutorials/power-bi-tutorial/power-bi-vs-tableau> | (Biswal, 2022)
- [22] <https://www.ibm.com/cloud/blog/python-vs-r> | (Cloudteam, 2021)
- [23] <https://www.geeksforgeeks.org/r-vs-python/> | (2021)
- [24] https://en.wikipedia.org/wiki/Dew_point | (2022)