

**ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΜΠΟΡΙΚΩΝ ΚΑΙ  
ΑΥΤΟΣΧΕΔΙΩΝ ΑΥΤΟΜΑΤΩΝ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΩΝ  
ΣΤΑΘΜΩΝ ΧΑΜΗΛΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ ΓΙΑ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ  
ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΚΑΙΡΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ**

**ΣΙΩΠΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΔΑΣΥΓΕΝΗΣ ΜΗΝΑΣ**

ΣΧΟΛΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ, ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ  
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

8/6/23

# Περιεχόμενα παρουσίασης

- ▶ Εισαγωγικά στοιχεία
- ▶ Ερευνητικά ερωτήματα και διεξαγωγή έρευνας
- ▶ Αποτελέσματα ανάλυσης και συμπεράσματα για τους εμπορικούς ΜΣ
- ▶ Αποτελέσματα ανάλυσης και συμπεράσματα για τους ερασιτεχνικούς ΜΣ
- ▶ Αξιολόγηση των υπό εξέταση ερασιτεχνικών ΜΣ
- ▶ Σύγκριση ερασιτεχνικών έναντι εμπορικών ΜΣ
- ▶ Κατασκευή ΜΣ με τη χρήση μικροελεγκτή Arduino

## Μετεωρολογικοί Σταθμοί

```
graph TD; A[Μετεωρολογικοί Σταθμοί] --> B[Αυτόματοι Μετεωρολογικοί Σταθμοί (Automated Weather Stations – AWS)]; A --> C[Αυτόματοι Μετεωρολογικοί Σταθμοί χαμηλού κόστους (Automated Weather Stations Low Cost – AWS-LC)];
```

### Αυτόματοι Μετεωρολογικοί Σταθμοί (Automated Weather Stations – AWS)

Ως AWS ορίζεται «ο μετεωρολογικός σταθμός στον οποίο οι παρατηρήσεις πραγματοποιούνται και μεταδίδονται αυτόματα» (WMO, 2021)

### Αυτόματοι Μετεωρολογικοί Σταθμοί χαμηλού κόστους (Automated Weather Stations Low Cost – AWS-LC)

Κύρια χαρακτηριστικά τους είναι το χαμηλότερο κόστος χρήσης και αγοράς, η χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας, η δυνατότητα μετάδοσης δεδομένων σε πραγματικό χρόνο και το μικρό μέγεθός τους.

# Πλεονεκτήματα των AWS-LC σε σχέση με τους AWS

- ▶ Προσφέρουν αύξηση της πυκνότητας των σημείων παρατήρησης ενός επαγγελματικού μετεωρολογικού δικτύου, λόγω του μικρού μεγέθους και κόστους τους. Η πυκνή κάλυψη περιοχών με Αυτόματους Μετεωρολογικούς Σταθμούς είναι αδύνατη, καθώς το κόστος εγκατάστασής τους είναι μεγάλο και απαιτείται εξειδικευμένο προσωπικό τόσο για τη λειτουργία όσο και για τη συντήρησή τους.
- ▶ Τοποθετούνται στο σημείο ενδιαφέροντος, σε αντίθεση με τους επαγγελματικούς και επιστημονικούς σταθμούς που τοποθετούνται σε ερευνητικούς οργανισμούς, πανεπιστήμια, αεροδρόμια, τα οποία βρίσκονται συχνά σε μακρινή απόσταση από σημεία ενδιαφέροντος με αποτέλεσμα να καταγράφουν τιμές που δεν αντιστοιχούν στην πραγματικότητα.
- ▶ Δίνουν τη δυνατότητα αποθήκευσης και διανομής δεδομένων σε μεγαλύτερη κλίμακα
- ▶ Δίνουν τη δυνατότητα λήψης και σύγκρισης δεδομένων πολλών ετών για μια συγκεκριμένη περιοχή ή θέση.

# Ερευνητικά Ερωτήματα

Ποιες πλατφόρμες χρησιμοποιούνται για την υλοποίηση του AWS-LC;

Ποια είδη αισθητήρων χρησιμοποιούνται για κάθε φυσικό μέγεθος;

Ποια είναι τα πρωτόκολλα επικοινωνίας για μεταφορά των δεδομένων;

Ποιες επιλογές υπάρχουν για διεπαφή με τον χρήστη;

Πώς γίνεται ο έλεγχος της ακρίβειας των μετρήσεων;

Ποια τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των αυτοσχέδιων σε σύγκριση με εμπορικά προϊόντα;

# Διεξαγωγή έρευνας

## Αυτοσχέδιοι AWS-LC

- ▶ Έγινε αναζήτηση στο Google Scholar και στις βιβλιογραφικές βάσεις δεδομένων IEEE Explore, ACM Digital Library, Springer και Academia.
- ▶ Η αναζήτηση πραγματοποιήθηκε στο διάστημα 10/1/23 – 25/2/23.
- ▶ Οι βασικές λέξεις-κλειδιά που χρησιμοποιήθηκαν ήταν:
  - “Weather station”, “Embedded system weather station”, “IoT-based weather station”, “Low cost weather station”, “Portable weather station”, “Prototype weather station”, “Low cost weather station”
- ▶ Βρέθηκαν 121 άρθρα από τα οποία, έπειτα από διαλογή και φιλτράρισμα, επιλέχθηκαν να εξεταστούν τα 49.

## Εμπορικοί AWS-LC

- ▶ Επιλέχθηκαν 20 ΜΣ του εμπορίου με βάση τη δημοτικότητά τους στις διάφορες ηλεκτρονικές σελίδας αγοράς, αλλά και σε διάφορα φόρουμ στο διαδίκτυο. Τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους ελήφθησαν από τα φυλλάδια των κατασκευαστών και τις ηλεκτρονικές σελίδες των εμπόρων.

1. [Ambient Weather WS-2902C](#)
2. [Bresser Wifi Color Weather Center With 5in1 Profi Sensor](#)
3. [Netatmo Weather Station](#)
4. [BloomSky - SKY2 Weather Camera Station](#)
5. [AcuRite 01002 - Atlas Weather Station with Wi-Fi](#)
6. [WeatherFlow – Tempest](#)
7. [Ambient Weather WS-2000](#)
8. [Oregon Scientific WMR86](#)
9. [ULTIMETER 2100 Weather Station](#)
10. [Aercus Instruments WeatherRanger](#)
11. [Bresser Professional 7 in 1 UV Measurement Function](#)
12. [Kestrel 5400 WBGT Heat Stress Tracker \(HST\) & Weather Meter](#)
13. [Davis Vantage Vue Weather Station](#)
14. [RainWise MK-III](#)
15. [Vaisala WXT530](#)
16. [Davis Instruments Vantage Pro2](#)
17. [Gill MetConnect One](#)
18. [Gill MaxiMet GMX600 Compact Weather Station](#)
19. [Spectrum WatchDog 3000](#)
20. [Onset HOBO RX3000 Remote Monitoring Station](#)

# Εμπορικοί AWS-LC – Αποτελέσματα ανάλυσης και συμπεράσματα

# Βασικά στοιχεία

- ▶ **Τροφοδοσία:** Κύρια πηγή τροφοδοσίας των εξωτερικών μονάδων είναι μπαταρίες AA ή AAA, με εναλλακτική πηγή τροφοδοσίας το φωτοβολταϊκό. Το 70% των κεντρικών (εσωτερικών) μονάδων των σταθμών τροφοδοτείται από αντάπτορα από 5v έως 12v είτε αποκλειστικά είτε ως εναλλακτική λύση. 20% των υπολοίπων τροφοδοτείται από μπαταρίες AA ή AAA ενώ 10% τροφοδοτείται από φωτοβολταϊκό.
- ▶ **Αισθητήρες:** Όλοι οι ΜΣ περιλαμβάνουν αισθητήρες θερμοκρασίας, υγρασίας και ατμοσφαιρικής πίεσης, ενώ το 90% διαθέτει επίσης αισθητήρες βροχόπτωσης, έντασης και κατεύθυνσης ανέμου. Μικρότερος αριθμός ΜΣ περιλαμβάνουν αισθητήρες για τη μέτρηση της ηλιακής και UV ακτινοβολίας, όπως και αισθητήρες ποιότητας αέρα.
- ▶ **Συνδεσιμότητα:** Όλοι οι ΜΣ διαθέτουν δυνατότητα σύνδεσης στο διαδίκτυο μέσω Wi-Fi. Αυτό επιτρέπει την πρόσβαση σε πραγματικό χρόνο στα μετεωρολογικά δεδομένα αλλά και τη λήψη ειδοποιήσεων καιρού από οπουδήποτε χρησιμοποιώντας εφαρμογές για smartphone.



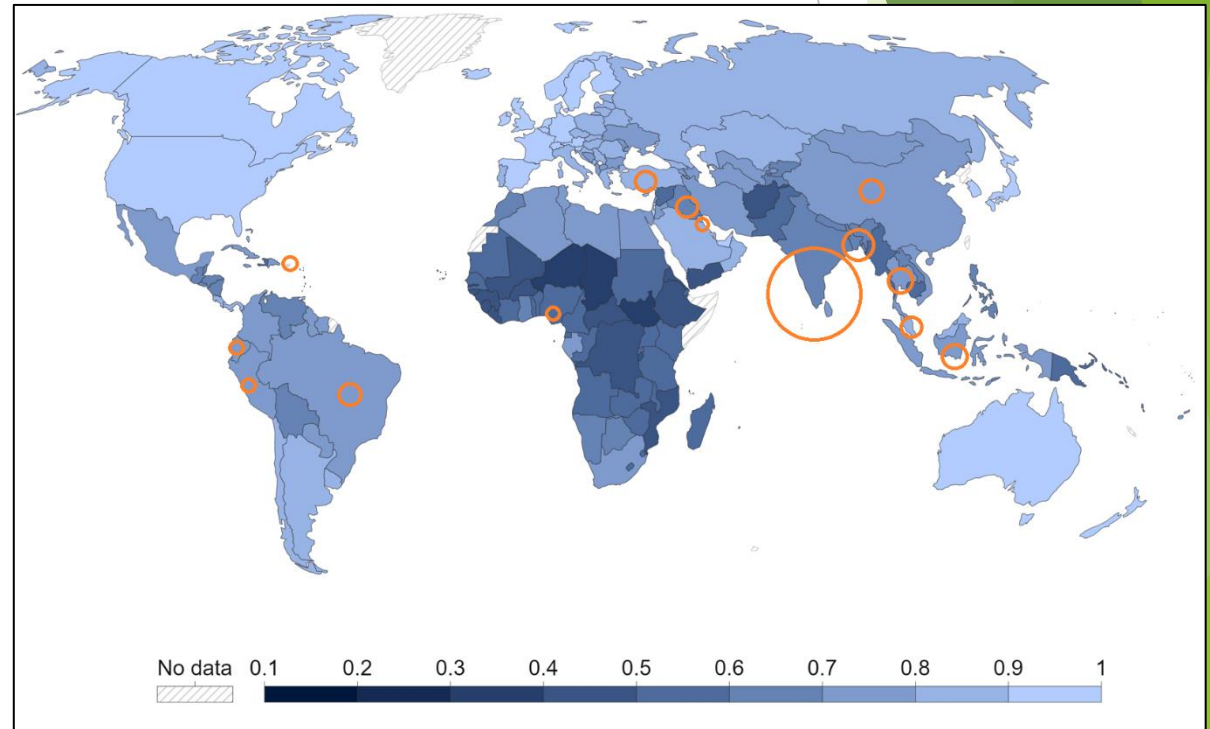
# Άλλα χαρακτηριστικά

- ▶ **Απεικόνιση δεδομένων:** Όλοι συνοδεύονται από μια μονάδα απεικόνισης (data display) που εμφανίζει τα μετεωρολογικά δεδομένα που συλλέγονται. Η μονάδα αυτή μπορεί να είναι μια αυτόνομη συσκευή (LCD κονσόλα οθόνης) ή μπορεί να συνδεθεί σε υπολογιστή ή κινητό μέσω Wi-Fi για απομακρυσμένη παρακολούθηση και ανάλυση δεδομένων. Ορισμένοι διαθέτουν πρόσθετα χαρακτηριστικά, όπως συναγερμούς έντονων καιρικών δεδομένων, καταγραφή και απεικόνιση δεδομένων μέσω γραφημάτων.
- ▶ **Πρόγνωση καιρού:** Ορισμένοι προσφέρουν τη δυνατότητα πρόγνωσης καιρού, είτε απευθείας είτε μέσω της μετάδοσης δεδομένων σε οργανισμούς ή πλατφόρμες πρόγνωσης καιρού. Αυτές οι πλατφόρμες χρησιμοποιούν προηγμένους αλγορίθμους και υπολογιστικά μοντέλα για την ανάλυση των μετεωρολογικών δεδομένων και την παροχή προβλέψεων για συγκεκριμένες τοποθεσίες. Αυτό τους καθιστά ιδιαίτερα χρήσιμους σε εφαρμογές όπου απαιτούνται δεδομένα καιρού για τη λήψη αποφάσεων.
- ▶ **Κόστος:** Εμφανίζουν μεγάλες διακυμάνσεις. Ξεκινούν από μερικές εκατοντάδες ευρώ αλλά μπορούν να φτάσουν έως και μερικές χιλιάδες ευρώ. Οι ΜΣ που εξετάστηκαν κυμαίνονται μεταξύ 170 - 3500 ευρώ, με βάση τις τιμές στις επίσημες ιστοσελίδες των προϊόντων. Το κόστος αγοράς τους εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως ο αριθμός και ο τύπος των αισθητήρων που περιλαμβάνουν, η ποιότητα κατασκευής τους, η ακρίβεια και συχνότητα των παρατηρήσεων αλλά και ο βαθμός αυτοματοποίησης και ενσωμάτωσής τους με άλλα συστήματα.

# Ερασιτεχνικοί AWS-LC – Αποτελέσματα ανάλυσης και συμπεράσματα

# Βασικά στοιχεία

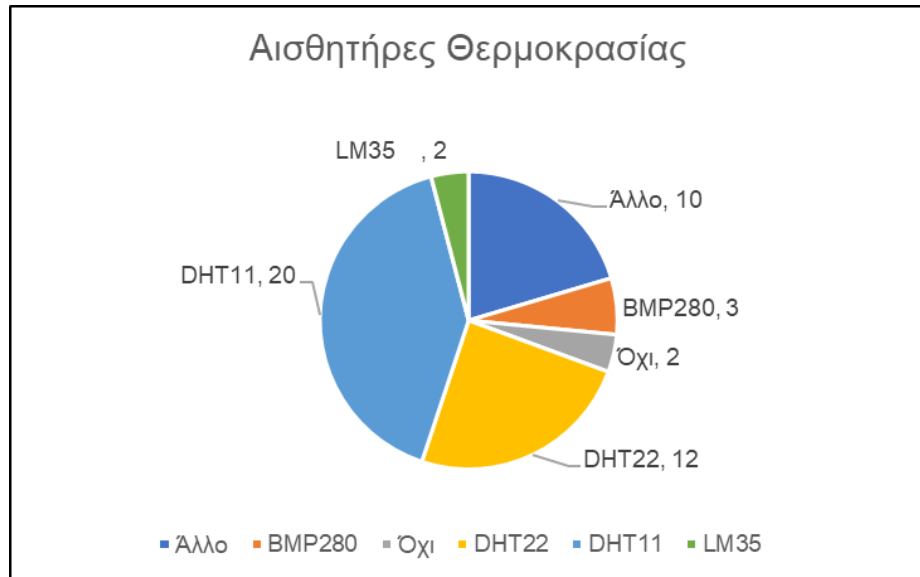
- ▶ **Χώρα προέλευσης:** 50% των ΜΣ προέρχονται από την Ινδία. Η κατανομή τους με βάση τον δείκτη HDI έδειξε ότι το 81% προέρχονταν από χώρες με  $HDI < 0.7$  ενώ καμία δημοσίευση δεν προήλθε από χώρα με δείκτη  $> 0.9$  (Η.Π.Α., Καναδάς, Αυστραλία, Ιαπωνία, βορειοευρωπαϊκές χώρες)
- ▶ **Κατηγορία χρήσης:** Κυρίαρχη κατηγορία χρήσης η μετεωρολογία γενικά, αλλά και η γεωργία, τομέας που εξαρτάται πλήρως από τις καιρικές συνθήκες.
- ▶ **Τροφοδοσία:** Στην πλειονότητά των ΜΣ εμφανίζεται μια μη ολοκληρωμένη πρόταση, με τροφοδοσία από μετασχηματιστή ή 220V. Κάποιοι από τους σταθμούς χρησιμοποιούν φωτοβολταϊκό ως εναλλακτική πηγή ενέργειας.
- ▶ **Συνδεσιμότητα:** Στα 2/3 των άρθρων επιλέγεται η σύνδεση μέσω Wifi.
- ▶ **Επεξεργαστής/Μικροελεγκτής:** 44% Arduino, 18% NodeMCU, 16% Raspberry Pi



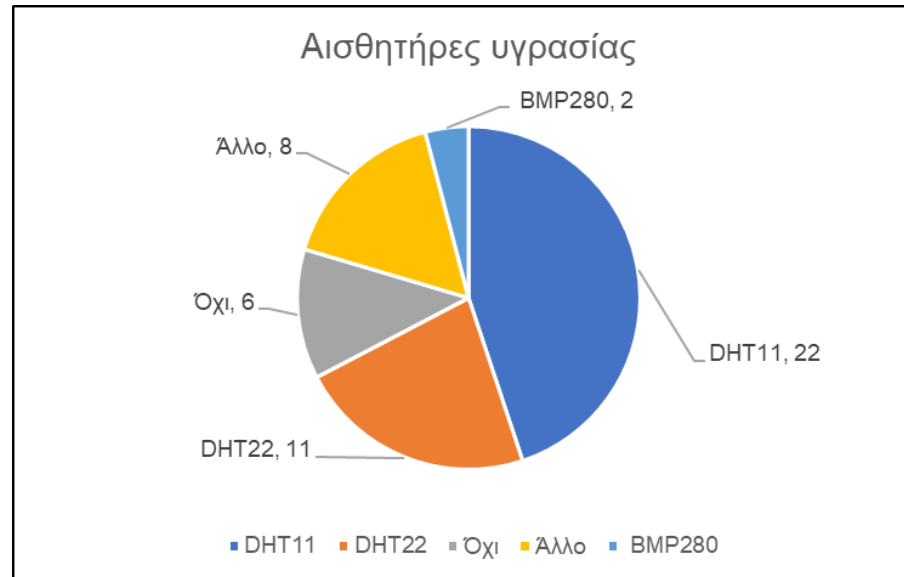
# Αισθητήρες θερμοκρασίας και υγρασίας

**Αισθητήρες (γενικά):** Οι αισθητήρες θερμοκρασίας και υγρασίας αποτελούν μέρος όλων σχεδόν των ΜΣ, ενώ πιο σπάνιοι είναι οι αισθητήρες ποιότητας αέρα, υγρασίας εδάφους και κατεύθυνσης ανέμου.

## ► Αισθητήρες θερμοκρασίας

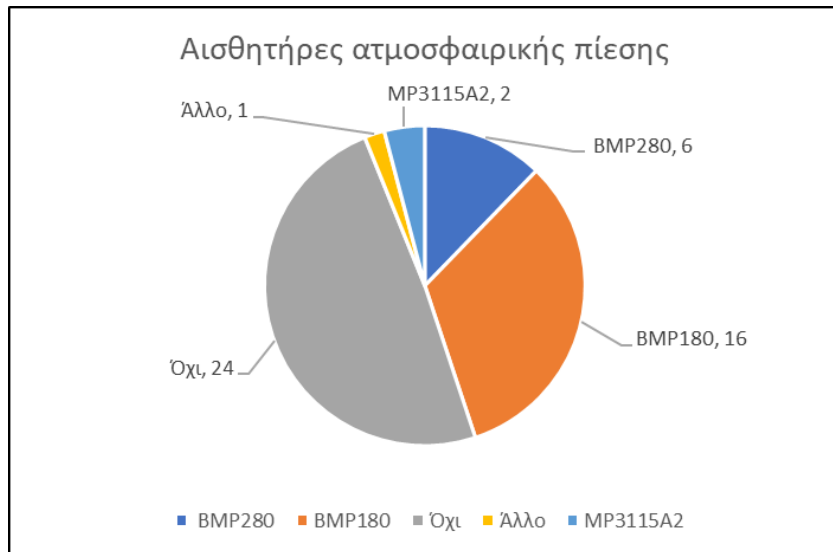


## ► Αισθητήρες υγρασίας

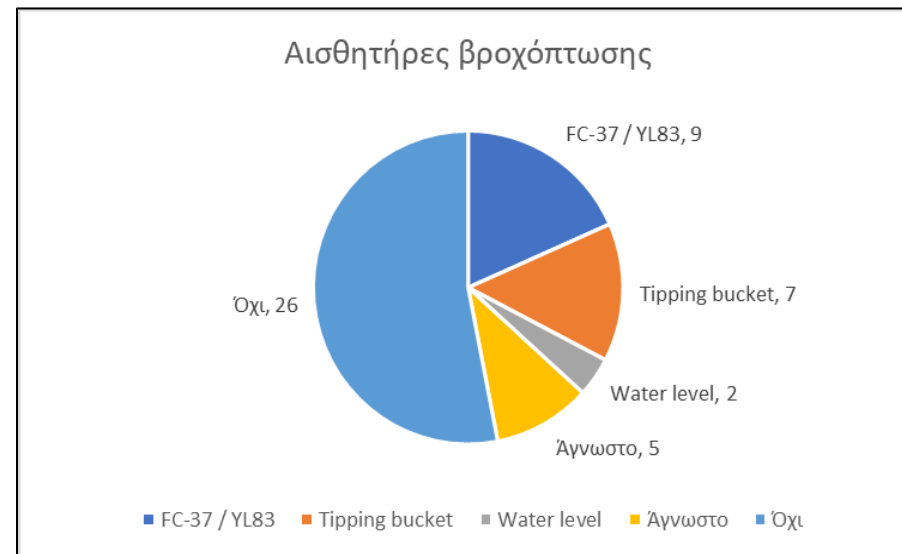


# Αισθητήρες ατμοσφαιρικής πίεσης και βροχόπτωσης

## ▶ Αισθητήρες ατμ. πίεσης



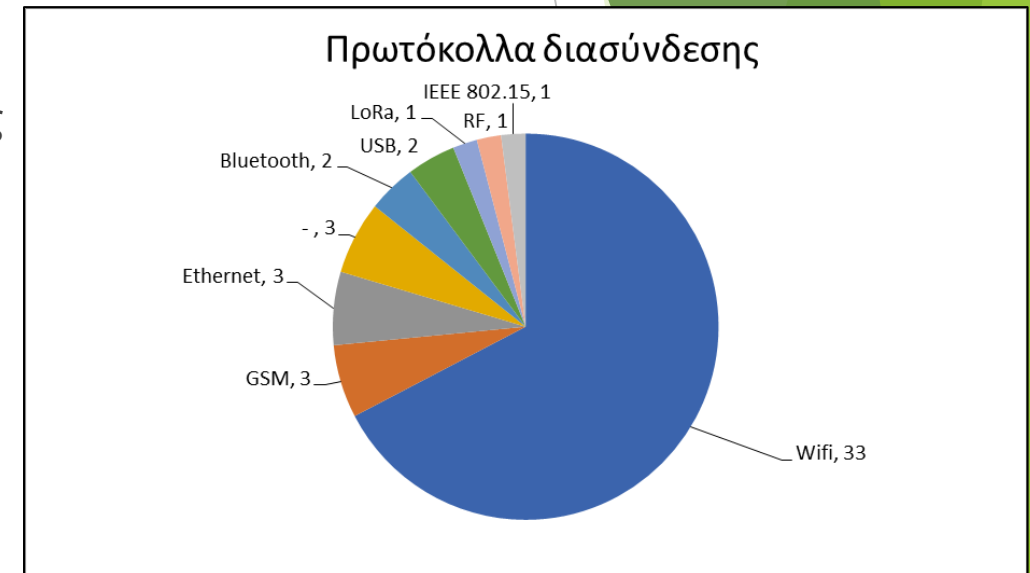
## ▶ Αισθητήρες βροχόπτωσης – ύψους βροχής



- ▶ Αισθητήρες ταχύτητας ανέμου: 3-cup ανεμόμετρο
- ▶ Αισθητήρες κατεύθυνσης ανέμου: ανεμοδείκτες του εμπορίου

## Άλλα στοιχεία

- ▶ **Απεικόνιση δεδομένων:** Το 67% δε διαθέτουν οθόνη. Στο 26% η πληροφορία μεταφέρεται σε εφαρμογή κινητού τηλεφώνου. Συνήθεις εφαρμογές είναι το Thinkspeak και το Blynk, τόσο για απεικόνιση στον σταθμό, όσο και για αναπαράσταση, επεξεργασία και ιστορικότητα των δεδομένων. Σε 2 από τους ΜΣ γίνεται αποστολή μηνύματος sms.
- ▶ **Αποθήκευση δεδομένων:** 8 ΜΣ χρησιμοποιούν κάρτα SD, ενώ στις υλοποιήσεις με εφαρμογές Blynk και Thinkspeak, δίνεται η δυνατότητα αποθήκευσης από την εφαρμογή. Κάποιοι αναφέρουν αποθήκευση σε cloud
- ▶ **Πρόγνωση καιρού:** Σε έναν μόνο ΜΣ υπάρχει η δυνατότητα πρόγνωσης καιρού όπου τα δεδομένα αποθηκεύονται σε βάση δεδομένων (Amazon DynamoDB) και με ένα μοντέλο πρόγνωσης αποστέλλει μηνύματα για αλλαγές καιρού ή έκτακτα γεγονότα, χρησιμοποιώντας την υπηρεσία Amazon SNS.
- ▶ **Κόστος:** Μόλις σε 3 άρθρα γίνεται αναφορά για το ακριβές κόστος υλοποίησης το οποίο κυμαίνεται από 59-240€.



# Αξιολόγηση των ερασιτεχνικών AWS- LC – Top 20

Σκοπός: Ευκολότερη αναζήτηση από τους ενδιαφερομένους των περιπτώσεων που εμπίπτουν στις αναζητήσεις τους

# Κατηγοριοποίηση και βαθμολόγηση

Τα χαρακτηριστικά και οι δυνατότητες των ΜΣ χωρίστηκαν στις παρακάτω 5 κατηγορίες και έλαβαν μια συγκεκριμένη βαθμολογία:

- ▶ **Κατηγορία 1. Περιεχόμενο άρθρο:** Αξιολογείται το περιεχόμενο του άρθρου ως προς τις παρεχόμενες πληροφορίες σε κατηγορίες ενδιαφέροντος (σφάλματα, κόστος, τροφοδοσία, έλεγχος αποτελεσμάτων, τεχνικά χαρακτηριστικά) αλλά και βοηθητική πληροφορία για τον αναγνώστη όπως διαγράμματα, γραφήματα, φωτογραφίες
- ▶ **Κατηγορία 2. Αισθητήρες:** Αξιολογείται ο αριθμός και το είδος αισθητήρων που χρησιμοποιούνται, με μεγαλύτερη βαρύτητα σε σύνθετους αισθητήρες βροχόπτωσης, ταχύτητας και κατεύθυνσης ανέμου
- ▶ **Κατηγορία 3. Συνδεσιμότητα-διεπαφή:** Αξιολογείται η ύπαρξη εναλλακτικού τρόπου επικοινωνίας, η απόσταση μετάδοσης της πληροφορίας, η ύπαρξη οθόνης, η υποστήριξη εφαρμογής σε κινητό, η σύνδεση με κοινωνικά δίκτυα. Κυρίως, η δυνατότητα σύνδεσης στο διαδίκτυο.
- ▶ **Κατηγορία 4. Δυνατότητες:** Αξιολογείται η υποστήριξη πολλαπλών πομπών, η δυνατότητα πρόγνωσης, αποθήκευσης και προβολής ιστορικών δεδομένων.
- ▶ **Κατηγορία 5. Άλλο:** Αξιολογείται η ύπαρξη ιδιοκατασκευής, η υλοποίηση εφαρμογής και περαιτέρω χαρακτηριστικά που δεν εμπίπτουν σε κατηγορία.

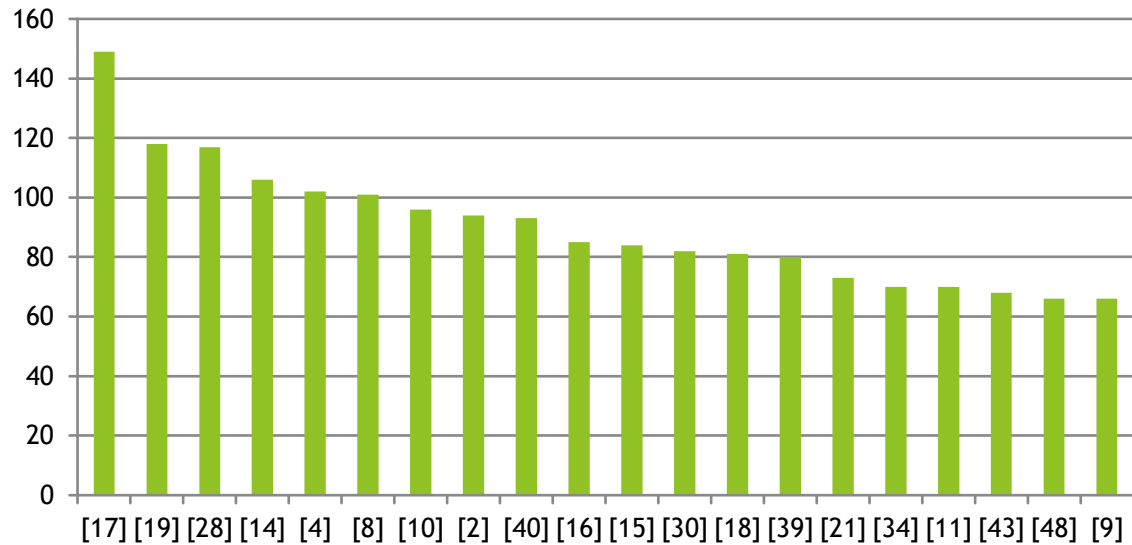
Κατηγορία	Βαθμοί
Περιεχόμενο άρθρου	200
Αισθητήρες	250
Συνδεσιμότητα/Διεπαφή	320
Δυνατότητες	150
Άλλο	80
<b>Σύνολο</b>	<b>1000</b>



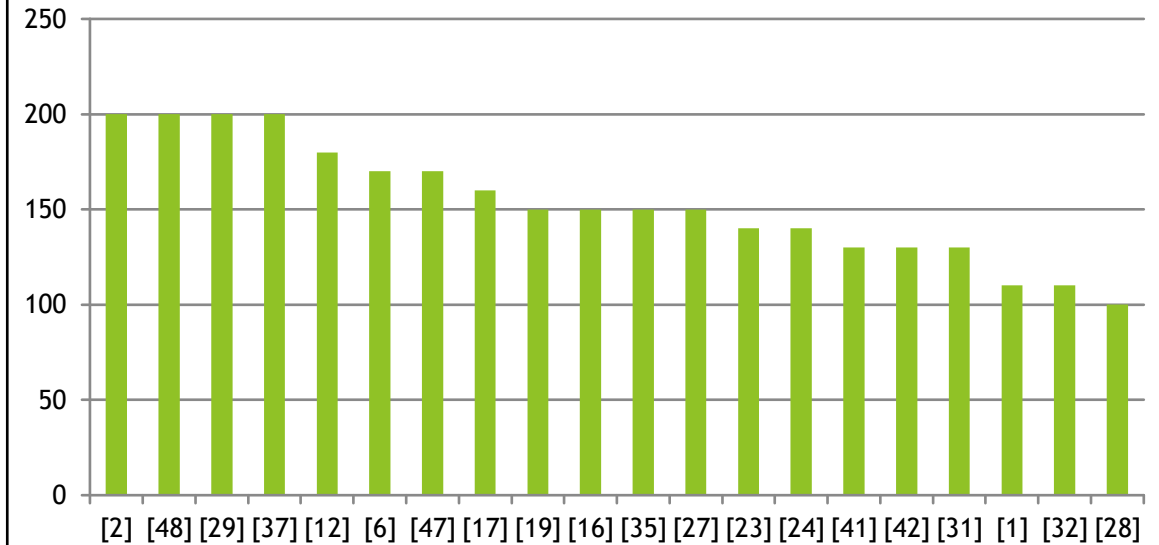
Κριτήριο	Βαθμοί	Μέγιστο
<b>Περιεχόμενο άρθρου</b>		
Έτος δημοσίευσης	(2023 - έτος) X 2	14
Ύπαρξη διαγράμματος ροής	0 ή 20	20
Ύπαρξη λειτουργικού διαγράμματος	0 ή 20	20
Ύπαρξη διαγράμματος κυκλώματος	0 ή 20	20
Ανάλυση χαρακτηριστικών υλικού	0, 6, 12 ή 18	18
Χρήση γραφημάτων	0, 6, 12 ή 18	18
Φωτογραφίες εγκατάστασης σταθμού	0, 6, 12 ή 18	18
Παράθεση ποσοστών σφάλματος	0 ή 10	10
Αναφορά κόστους	0 ή 7	7
Αναφορά μελλοντικών στόχων	0 ή 10	10
Αναφορά προβλημάτων	0 ή 10	10
Τροφοδοσία μονάδας	0 ή 5	5
Χρήση φωτοβολταϊκού	0 ή 15	15
Πληροφόρηση για συχνότητα μέτρησης	0 ή 5	5
Έλεγχος αποτελεσμάτων	0 ή 10	10
<b>Αισθητήρες/Ενεργοποιητές</b>		
Ατμοσφ. Πίεσης	0 ή 20	20
Θερμοκρασίας	0 ή 20	20
Υγρασίας αέρα	0 ή 20	20
Υγρασίας εδάφους	0 ή 10	10
Ποιότητας αέρα	0 ή 20	20
Βροχόπτωσης	0 ή 40	40
Ταχύτητας ανέμου	0 ή 50	50
Κατεύθυνσης ανέμου	0 ή 50	50
Έντασης φωτός	0 ή 10	10
Ενεργοποιητές	0 ή 10	10
<b>Συνδεσιμότητα/Διεπαφή</b>		
Εναλλακτικό πρωτόκολλο επικοινωνίας	0 ή 20	20
Ακτίνα μετάδοσης	10 ή 30 ή 50 ή 80	80
Υποστήριξη εφαρμογής σε κινητό	0 ή 50	50
Ύπαρξη οθόνης	0 ή 30	30
Χρήση κοιν. Δικτύων	0 ή 40	40
Είναι υλοποίηση IoT	0 ή 100	100
<b>Δυνατότητες</b>		
Υποστήριξη πολλαπλών πομπών	0 ή 20	20
Αποθήκευση δεδομένων	0 ή 30	30
Δυνατότητα πρόγνωσης	0 ή 30	60
Προβολή ιστορικών δεδομένων	0 ή 20	20
Προειδοποιητικά μηνύματα/ειδοποιήσεις	0 ή 20	20
<b>Άλλο</b>		
Ιδιοκατασκευή αισθητήρων	0 ή 20	20
Υλοποίηση εφαρμογής	0 ή 20	20
Σχόλια ερευνητή	10 ή 20 ή 30 ή 40	40
<b>Σύνολο</b>		<b>1000</b>

#	Περιεχόμενο άρθρου	Αισθητήρες	Συνδεσιμότητα/Διεπαφή	Δυνατότητες	Άλλο	Σύνολο
[1]	51	110	210	40	0	411
[2]	94	200	180	20	50	544
[3]	49	80	180	40	0	349
[4]	102	90	200	40	0	432
[5]	44	60	180	100	40	424
[6]	65	170	190	50	20	495
[7]	27	40	60	20	0	147
[8]	101	60	230	40	0	431
[9]	66	20	180	40	0	306
[10]	96	60	220	60	0	436
[11]	70	50	180	20	20	340
[12]	51	180	10	40	0	281
[13]	58	72	60	40	40	270
[14]	106	60	240	40	0	446
[15]	84	90	60	0	40	274
[16]	85	150	80	30	0	345
[17]	149	160	90	40	40	479
[18]	81	90	240	60	30	501
[19]	118	150	30	40	10	348
[20]	46	100	200	90	20	456
[21]	73	60	180	0	40	353
[22]	50	100	180	120	40	490
[23]	62	140	40	0	50	292
[24]	56	140	180	30	40	446
[25]	36	20	220	0	0	276
[26]	44	60	240	0	0	344
[27]	57	150	180	0	0	387
[28]	117	100	180	40	0	437
[29]	46	200	180	20	0	446
[30]	82	90	230	40	0	442
[31]	38	130	230	40	0	438
[32]	50	110	270	50	0	480
[33]	49	40	180	0	0	269
[34]	70	60	230	20	40	420
[35]	64	150	230	0	0	444
[36]	34	90	190	0	0	314
[37]	41	200	180	20	0	441
[38]	60	40	10	10	0	120
[39]	80	30	190	20	0	320
[40]	93	70	0	10	10	183
[41]	48	130	180	40	0	398
[42]	40	130	180	20	0	370
[43]	68	100	240	30	0	438
[44]	40	90	190	20	30	370
[45]	64	90	20	0	0	174
[46]	63	80	100	20	0	263
[47]	54	170	10	0	0	234
[48]	66	200	180	30	20	496
[49]	64	60	180	20	0	324

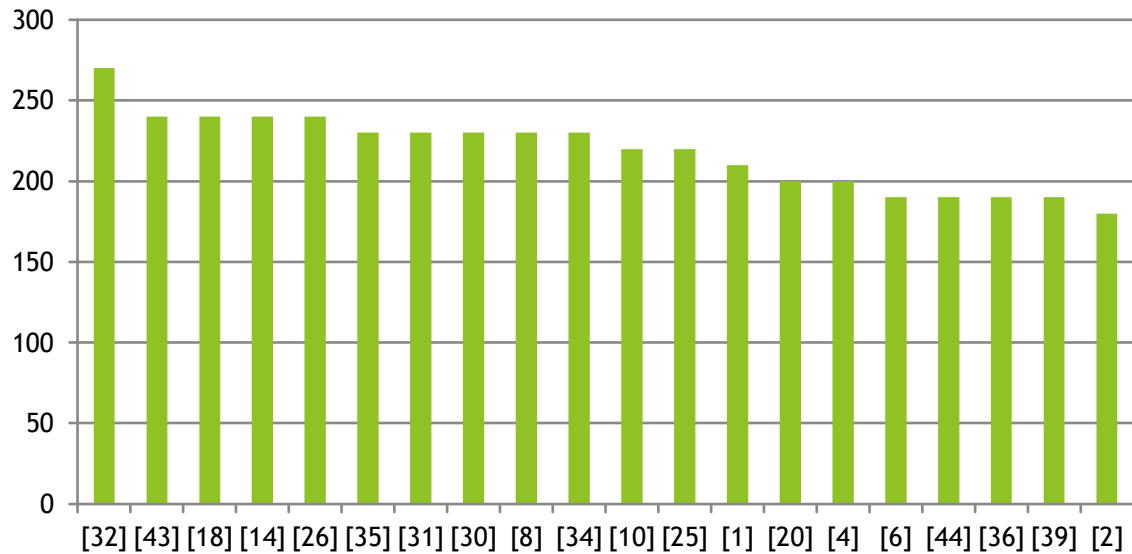
### Περιεχόμενο άρθρου



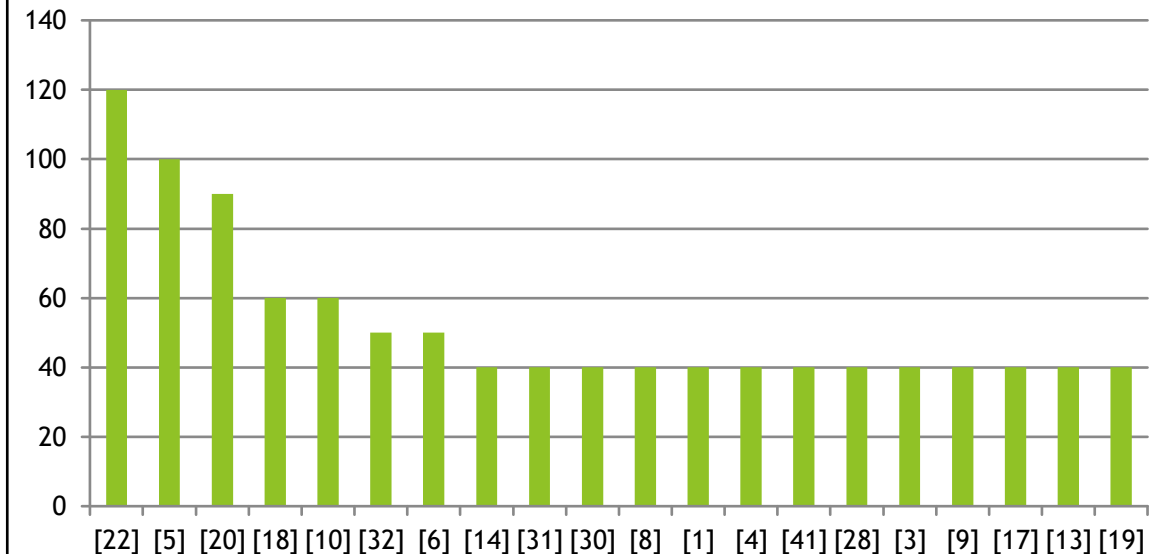
### Αισθητήρες

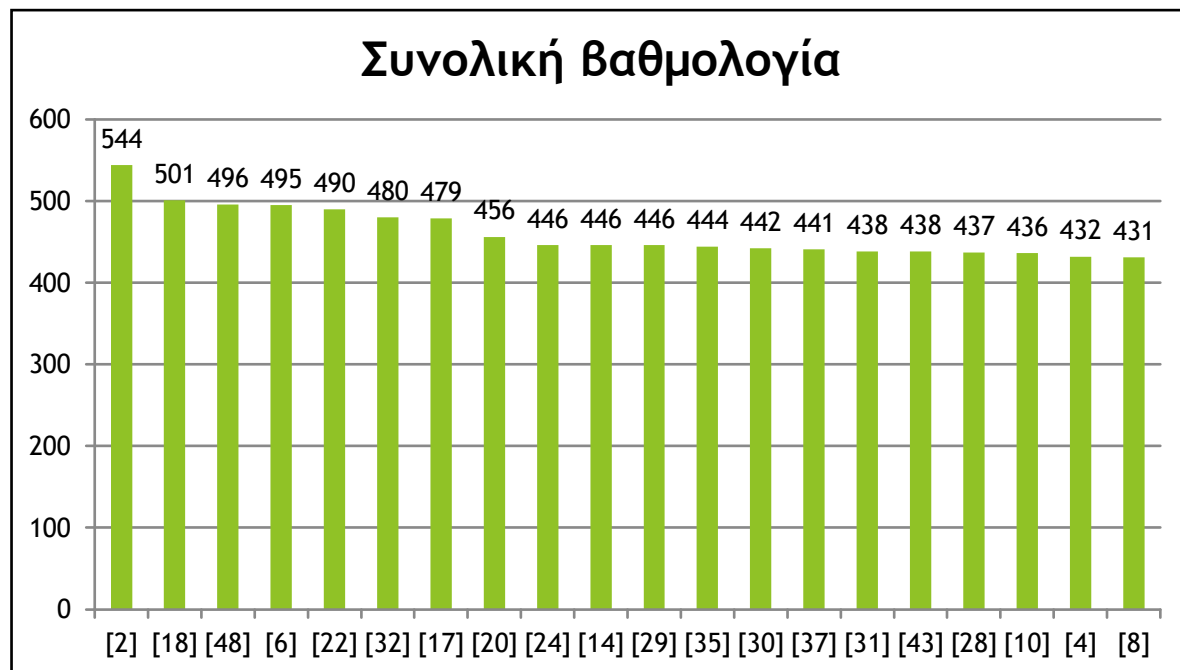
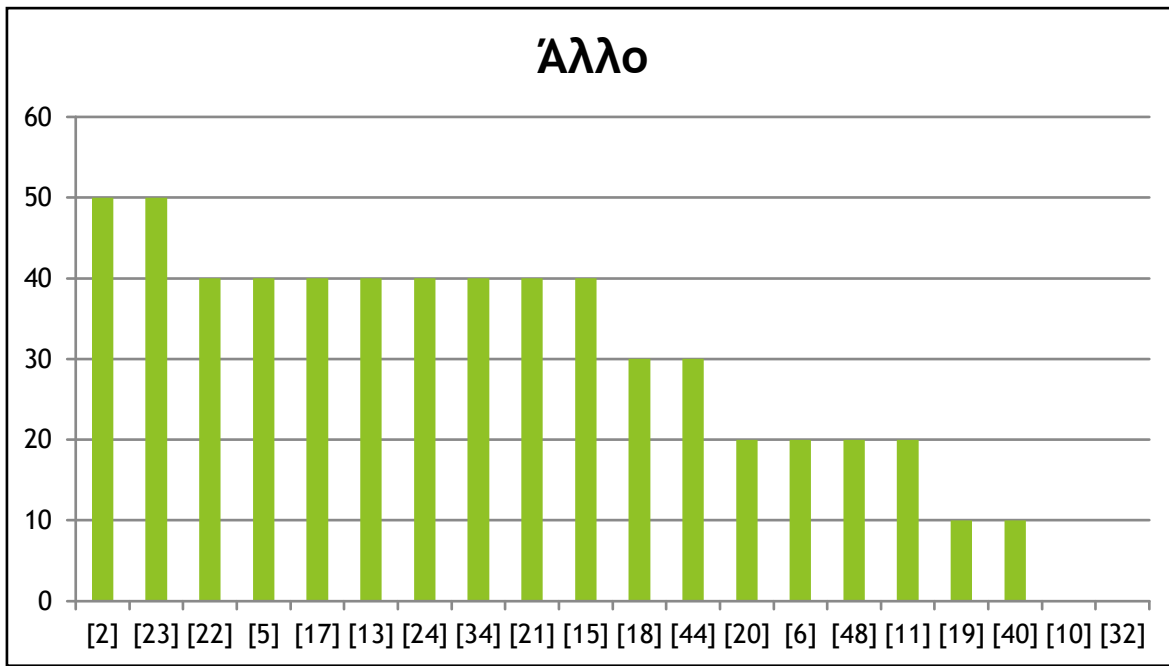


### Συνδεσιμότητα/Διεπαφή



### Δυνατότητες





# Σύγκριση ερασιτεχνικών έναντι εμπορικών AWS-LC

## ▶ Πλεονεκτήματα:

Χαμηλότερο κόστος

Εξατομίκευση και παραμετροποίηση

Λήψη τοπικών δεδομένων

## ▶ Μειονεκτήματα:

- Ακρίβεια και βαθμονόμηση
- Ανθεκτικότητα και αξιοπιστία
- Υποστήριξη από υπηρεσίες service και εγγύηση προϊόντος

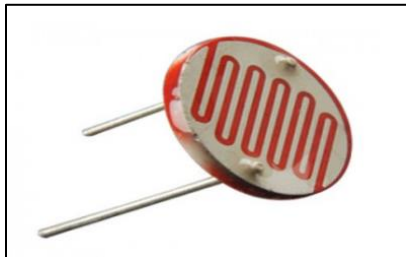
## ▶ Η επιλογή ΜΣ εξαρτάται από το κόστος, το επιθυμητό επίπεδο ακρίβειας, τις ειδικές απαιτήσεις και τον χρόνο που δύναται να επενδύσει ο χρήστης.

# Κατασκευή AWS-LC με μικροελεγκτή Arduino

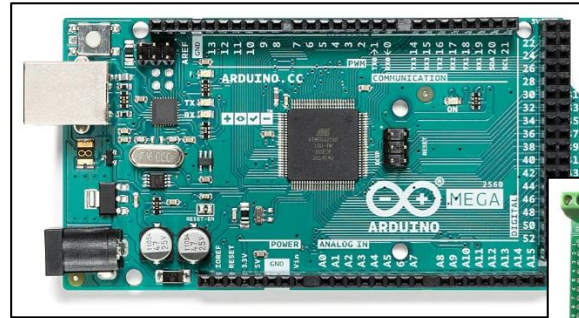
# Υλικό: Μικροελεγκτής και αισθητήρες



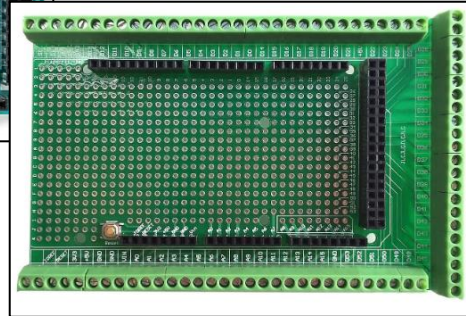
- Αισθητήρας θερμοκρασίας και υγρασίας DHT21



- Φωτοαντίσταση GL5516



- Μικροελεγκτής Arduino Mega 2560 και Screw Shield 2560



- Βροχόμετρο Tipping Bucket

- Ανεμόμετρο 3cup



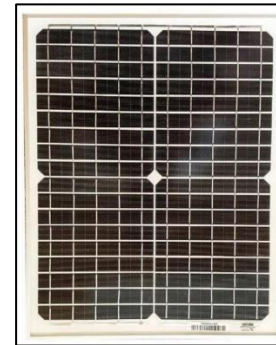
- SIM900 GSM Module



# Υλικό: Λοιπά περιφερειακά στοιχεία



- Οθόνη LCD 2004, 4 γραμμών X 20 χαρακτήρες



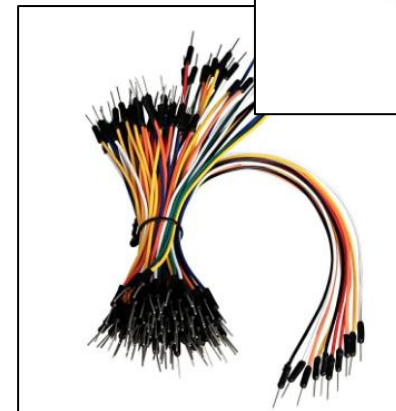
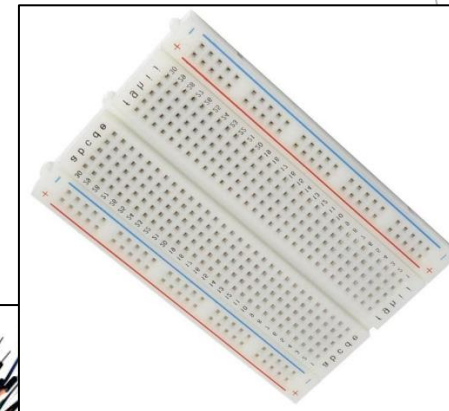
- Φωτοβολταϊκό 20W



- Ελεγκτής φωτοβολταϊκού



- Συσσωρευτής 12v/7AH



- Jumper Wires και breadboard



# Λογισμικό και κόστος κατασκευής

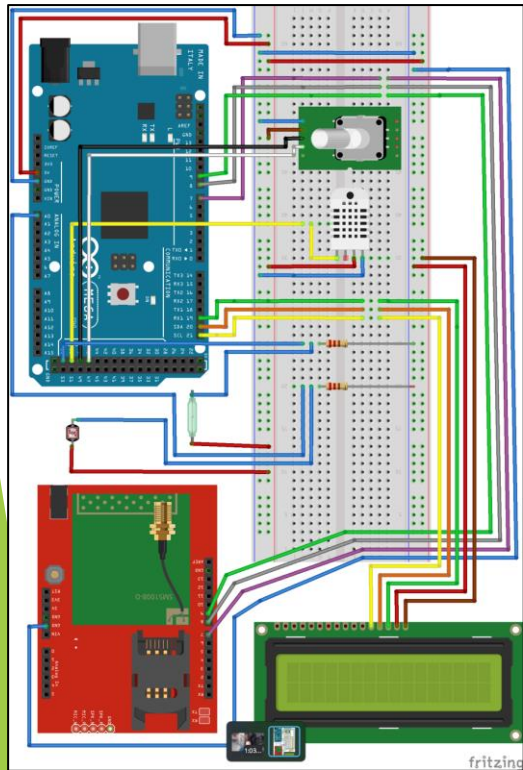
- ▶ **Λογισμικό:** Ο κώδικας αναπτύχθηκε μέσω του ανοικτού λογισμικού Arduino IDE, ενώ το διάγραμμα του κυκλώματος σχεδιάστηκε με τη χρήση του λογισμικού Fritzing.
- ▶ **Κόστος:**

Υλικό	Κόστος	Αγορά από
Arduino Mega 2560	12,99€	Κατάστημα εξωτερικού
Screw Shield	16,95€	Ελληνικό κατάστημα
Οθόνη LCD 2004	4,59€	Κατάστημα εξωτερικού
Tippling Bucket	16,50€	Κατάστημα εξωτερικού
Ανεμόμετρο	65,00€	Ελληνικό κατάστημα
Encoder	24,00€	Κατάστημα εξωτερικού
DHT21	7,95€	Ελληνικό κατάστημα
Φωτοαντίσταση	0,15€	Κατάστημα εξωτερικού
GSM Module	13,95€	Ελληνικό κατάστημα
Φωτοβολταϊκό	28,00€	Ελληνικό κατάστημα
PWM Ελεγκτής	28,04€	Ελληνικό κατάστημα
Συσσωρευτής	17,50€	Ελληνικό κατάστημα
Σύνολο	235,62€	

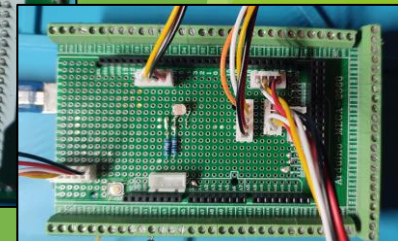
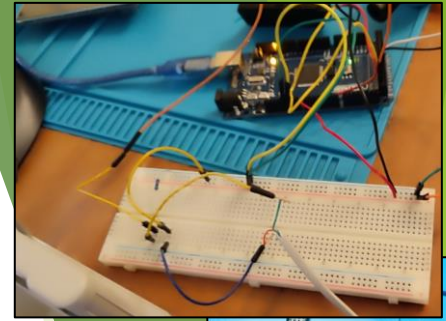


# Υλοποίηση

- Αρχική σύνδεση με Jumper wires σε breadboard, παρά την αβεβαιότητα στις συνδέσεις εξυπηρετεί στην απαιτούμενη ευελιξία και αποτρέπει λανθασμένες κολλήσεις/ μόνιμες συνδέσεις



- Σχεδιασμός του κυκλώματος με το λογισμικό Fritzing. Η οθόνη LCD συνδέθηκε μέσω επιπλέον πλακέτας με το πρωτόκολλο I2C, χωρίς την ύπαρξη αντίστοιχου module στη βιβλιοθήκη του Fritzing. Τα pin 19,20,21 και Vcc, GND καταλήγουν σε κύκλωμα I2C και όχι στα εικονιζόμενα pin της LCD.
- Προσαρμογή του 3 cup ανεμόμετρου με τη χρήση rotary encoder
- Προσαρμογή του Arduino Mega στο Screw Shield
- Σύνδεση αισθητήρων και περιφερειακών με αντάπτορες
- Τοποθέτηση των βασικών πλακετών (Arduino Mega, GSM module, LCD οθόνη) σε κουτί.
- Έγινε εισαγωγή πληκτρολογίου, με σκοπό τη μελλοντική εξέλιξη του κώδικα, με δυνατότητα παραμετροποίησης



# Έλεγχος μετρήσεων και μελλοντικοί στόχοι

## ▶ Έλεγχος μετρήσεων (σύγκριση με 2 εμπορικούς ΜΣ):

- Θερμοκρασία: Διαφορές της τάξης των 0,6 βαθμών C
- Υγρασία: η μέση απόκλιση σε 20 διαφορετικές μετρήσεις στη διάρκεια 5 ημερών ήταν 6%
- Βροχόπτωση: Ο αισθητήρας δεν δοκιμάστηκε σε πραγματικές συνθήκες αλλά προσομοιώνοντας τη βροχή με ρίψη νερού χειροκίνητα. Οι μετρήσεις ήταν απόλυτα ακριβείς, με τη συμβολή της δυνατότητας debounce.
- Ταχύτητα ανέμου: Δεν ήταν δυνατή η χρήση δεύτερου ανεμομέτρου για σύγκριση. Καθώς η χειροκίνητη περιστροφή σε μετρήσιμες συχνότητες περιστροφής έδινε συνεπή αποτελέσματα, εκτιμάται ότι αντίστοιχα θα λειτουργεί σε πραγματικές συνθήκες.

## ▶ Μελλοντικοί στόχοι:

- Εισαγωγή πληκτρολογίου για παραμετροποίηση
- Εισαγωγή ανεμοδείκτη και αισθητήρα πίεσης
- Αποστολή δεδομένων σε server / χρήση πιο σύγχρονων τεχνολογιών και εφαρμογών
- Αντικατάσταση LCD οθόνης και πληκτρολογίου με TFT αφής
- Κατασκευή μεταλλικού περιβλήματος με τις κατάλληλες θέσεις για τους αισθητήρες

Ευχαριστώ πολύ για την προσοχή σας.