

## Σύστημα έγκαιρης προειδοποίησης για πλημμύρες.

### Το πρόβλημα.

Τα τελευταία χρόνια έχουν αυξηθεί οι πλημμύρες λόγω των έντονων βροχοπτώσεων και της αποψίλωσης των βουνών λόγω των πυρκαγιών. Οι πλημμύρες στη Μάνδρα και την Κινέτα είναι πρόσφατες, ενώ υπάρχουν και άλλες περιοχές στη χώρα μας που αντιμετωπίζουν τέτοιο κίνδυνο λόγω του αναγλύφου του εδάφους.

### Η λύση που προτείνουμε.

Προτείνουμε ένα σύστημα έγκαιρης προειδοποίησης πλημμυρών, η περιγραφή του οποίου ακολουθεί.

Το σύστημα αποτελείται από ένα σύνολο “**τερματικών κόμβων**” (αισθητήρων) ύψους βροχής διασκορπισμένους σε όλη την ορεινή περιοχή που τροφοδοτεί με βρόχινο νερό το χείμαρρο που μπορεί να πλημμυρίσει μία κατοικημένη περιοχή. Οι αισθητήρες αυτοί συνδέονται ασύρματα με ένα “**κεντρικό σταθμό**” και μεταδίδουν ανά τακτά χρονικά διαστήματα το ύψος βροχής. Από τις μετρήσεις αυτές και με δεδομένο ότι ο αριθμός των αισθητήρων είναι επαρκής, μπορεί να υπολογιστεί με επαρκή ακρίβεια ο όγκος νερού που έπεσε σε ολόκληρη την περιοχή ενδιαφέροντος. Αν ο όγκος αυτός υπερβεί μία κρίσιμη τιμή (που θα έχει εκτιμηθεί εκ των προτέρων) εντός ενός συγκεκριμένου χρονικού διαστήματος (που και αυτό θα έχει εκτιμηθεί εκ των προτέρων), τότε ο κεντρικός σταθμός σημαίνει “**συναγερμό πλημμύρας**”.

### Τι θα υλοποιήσουμε.

Θα δημιουργήσουμε έναν τερματικό κόμβο ο οποίος θα μετράει το ύψος της βροχής. Με δεδομένο ότι θα πρέπει το δίκτυο να περιέχει αρκετούς τέτοιους κόμβους, θα πρέπει η λειτουργία του να απαιτεί τη μικρότερη δυνατή ανθρώπινη παρέμβαση/συντήρηση. Για το σκοπό αυτό έχουμε καταλήξει στον ακόλουθο σχεδιασμό: Ένας αισθητήρας υγρασίας συνδέεται σε ένα arduino uno. Το arduino βρίσκεται σε sleep mode και ανα τακτά χρονικά διαστήματα βγαίνει από το sleep mode και ελέγχει την τιμή του αισθητήρα υγρασίας. Αν από την τιμή αυτή προκύπτει ότι δεν επίκειται βροχόπτωση, το arduino μπαίνει πάλι σε sleep mode. Αλλιώς ανά τακτά χρονικά διαστήματα διαβάζει την ένδειξη του αισθητήρα ύψους βροχής και τη στέλνει στον κεντρικό σταθμό. Ο αισθητήρας ύψους βροχής κατασκευάζεται όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα:



Το νερό της βροχής γεμίζει ένα από τα δύο (τριγωνικά) δοχεία. Μόνο ένα από τα δύο δοχεία ακουμπάει στο “έδαφος” και στο σημείο επαφής υπάρχουν δύο μαγνήτες (ένας στο δοχείο και ένας στο έδαφος) που έλκονται. Το δοχείο που δέχεται το βρόχινο νερό είναι αυτό που δεν ακουμπάει κάτω. Όταν το δοχείο που δέχεται το βρόχινο νερό γεμίσει, το βάρος του νερού υπερνικάει τη δύναμη που δημιουργείται από τη έλξη των δύο μαγνητών, το γεμάτο δοχείο ακουμπάει κάτω και αδειάζει ενώ αρχίζει να γεμίζει το μέχρι πρότινος άδειο δοχείο. Αυτή η αλλαγή δοχείων μπορεί εύκολα να ανιχνευτεί από ένα arduino uno.

Η απαιτούμενη ενέργεια παρέχεται από επαναφορτιζόμενες μπαταρίες και η παραπάνω περιγραφή εγγυάται ότι η ενέργεια των μπαταριών δε θα σπαταλάται. Όμως και πάλι η ενέργεια αυτή κάποτε θα τελειώσει. Για το σκοπό αυτό ο τερματικός κόμβος θα έχει και ένα μικρό φωτοβολταϊκό το οποίο θα επαναφορτίζει τις μπαταρίες. Με τον τρόπο αυτό αναμένουμε ότι ο τερματικός κόμβος θα είναι λειτουργικός (ελπίζουμε) για χρόνια, κάτι που είναι απαραίτητο για να είναι ρεαλιστικό το κόστος συντήρησης ενός τέτοιου δικτύου. Τα απαιτούμενα πλαστικά θα τα τυπώσουμε εμείς (διαθέτουμε 3d εκτυπωτή). Τα βασικά υλικά που προκύπτουν από την παραπάνω περιγραφή είναι εύκολο να τα βρει κανείς και είναι πολύ φθηνά. Η σταθεροποίηση τερματικού κόμβου θα γίνει με κάποια ιδιοκατασκευή που θα σκεφτούμε στην πορεία.

Ο κεντρικός σταθμός είναι βασισμένος σε ένα Raspberry pi 3 Type B. Η επικοινωνία ανάμεσα στους τερματικούς κόμβους και στον κεντρικό σταθμό θα γίνεται μέσω ενός ασύρματου δικτύου LoRa, και συνεπώς θα υπάρχει ένα LoRa module σε κάθε τερματικό κόμβο και ένα LoRa module στον κεντρικό σταθμό. Με τα Lora modules μπορούμε να επιτύχουμε ασύρματη επικοινωνία σε εμβέλεια αρκετών χιλιομέτρων, και θεωρούμε ότι αυτό αρκεί για την εφαρμογή μας.

Το λογισμικό που απαιτείται για την επικοινωνία των τερματικών κόμβων με τον κεντρικό σταθμό υπάρχει διαθέσιμο και είναι open source (<https://www.chirpstack.io/>). Υπάρχει επίσης και στο github (<https://github.com/brocaar>). Υπάρχει στο youtube ένα κατατοπιστικό βίντεο ([https://www.youtube.com/watch?v=np4rIQ\\_teR4](https://www.youtube.com/watch?v=np4rIQ_teR4)) με βάση το οποίο πιστεύουμε ότι το λογισμικό αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εφαρμογή μας. Υπάρχουν επίσης στο youtube αρκετά βιντεάκια που εξηγούν τη δομή και λειτουργία ενός δικτύου ευρείας περιοχής LoRa (LoRaWAN).

Παραθέτουμε την παρακάτω λίστα για τα πιο βασικά, ενώ θα χρειαστούμε και άλλα που είναι αμελητέου κόστους. Στην κατηγορία “Λοιπά” έχουμε συμπεριλάβει τυχόν αντιστάσεις, διακόπτες, και άλλα που είτε έχουν αμελητέο κόστος, είτε δε τα γνωρίζουμε ακόμη ακριβώς. Σε κάθε περίπτωση το 20 ευρώ θεωρούμε ότι είναι το πάνω όριο.

Απάρτια	Κόστος σε ευρώ
αισθητήρας υγρασίας	1.8
arduino uno	5
112X84mm 6V 1.1W 200mA Solar Power Panel Poly Cell	7.44
Μπαταρίες 2 (18650)	8.84
Raspberry Pi	40
Λοιπά	20
2 LoRa modules (1 για τον τερματικό κόμβο και ένα για τον κεντρικό σταθμό)	15
Σύνολο	98.08

Θεωρούμε ότι ο παραπάνω σχεδιασμός είναι πολύ κοντά σε ένα ρεαλιστικό σύστημα έγκαιρης προειδοποίησης πλημμύρας. Αν λειτουργήσει, θα αποδειχθεί ότι το ανοιχτό λογισμικό που υπάρχει διαθέσιμο μπορεί εύκολα να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία χαμηλού κόστους ρεαλιστικών εφαρμογών. Στην περίπτωση μας έχουμε υποθέσει ότι θα μπορούσαμε να καλύψουμε επαρκώς μία τυπική περιοχή ενδιαφέροντος με 200 τερματικούς κόμβους, με ενδεικτικό κόστος το πολύ 40 ευρώ για κάθε τερματικό σταθμό (μαζί με το μηχανισμό σταθεροποίησης που έχουμε παραβλέψει στο σχεδιασμό μας). Αυτό σημαίνει ότι με 8.000 ευρώ (το πολύ) μπορούμε να στήσουμε ένα τέτοιο δίκτυο, το οποίο δε θα απαιτεί ιδιαίτερο κόστος στη συντήρησή του. Θεωρούμε ότι το κόστος είναι μηδαμινό σε σχέση με τα πιθανά οφέλη δηλαδή τις ανθρώπινες ζωές που πιθανώς να σωθούν και σε κάθε περίπτωση το κόστος αυτό δεν είναι αποτρεπτικό για ένα δήμο ή μία περιφέρεια. Προφανώς εμείς δε μπορούμε να φτιάξουμε 200 τερματικούς κόμβους οπότε θα φτιάξουμε μόνο έναν. Θα φροντίσουμε όμως ο αλγόριθμος που υπολογίζει τον όγκο νερού να λειτουργεί ανεξάρτητα από το πόσοι τερματικοί κόμβοι υπάρχουν.

Θεωρούμε ότι ένα τέτοιο σύστημα θα μπορούσε να προάγει και την έρευνα με τον εξής τρόπο: Αρχικά ενδεχομένως δεν είναι δυνατό να υπολογιστεί με ακρίβεια η ποσότητα του νερού που οδηγεί σε καταστροφικές πλημμύρες. Εμείς θα επιχειρήσουμε να κάνουμε τον υπολογισμό αυτό θεωρητικά (ο όγκος αυτός θα είναι λογικά συνάρτηση του όγκου νερού που έπεσε μέσω της βροχής, του ποσοστού δενδροκάλυψης, της κλίσης και της σύστασης του εδάφους και ενδεχομένως άλλων παραμέτρων που θα μπορούσαν να προκύψουν στην πορεία). Με τη συνεχή χρήση όμως και την παρατήρηση του όγκου νερού που τελικά φτάνει στην κατοικημένη περιοχή, μπορεί να φτάσει κανείς σε έναν αλγόριθμο που θα υπολογίζει τον όγκο νερού που θα φτάσει στην κατοικημένη περιοχή με ικανοποιητική ακρίβεια.