

## Άσκηση για το μάθημα Υπολογιστική Φυσική και Εφαρμογές Υπολογισμός του Αιολικού δυναμικού με τη χρήση της κατανομής Weibull

### 1. Στόχος

Να εκτιμηθεί το αιολικό δυναμικό με τη χρήση της κατανομής Weibull.

### 2. Κατανομή Weibull

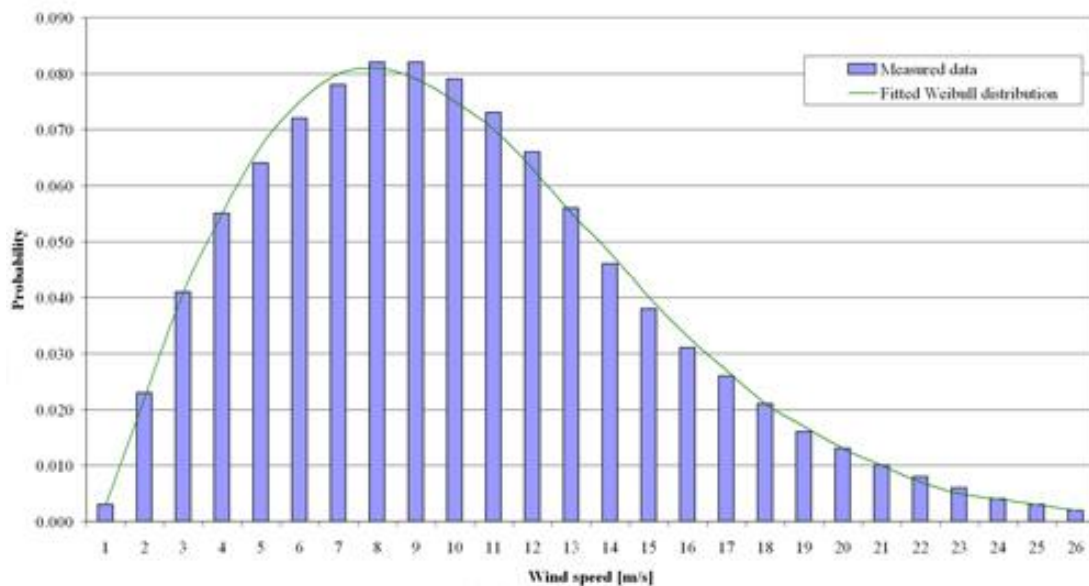
Για τις ανάγκες υπολογισμού του διαθέσιμου αιολικού δυναμικού μιας περιοχής δεν επαρκεί η γνώση της μέσης ταχύτητας του ανέμου της περιοχής, αλλά χρειάζονται αναλυτικές πληροφορίες για την κατανομή πιθανότητας εμφάνισης των διαφόρων τιμών ταχύτητας του ανέμου μέσα στο χρόνο. Τα υπάρχοντα πειραματικά δεδομένα δείχνουν ότι τα ανεμολογικά χαρακτηριστικά στις περιοχές της εύκρατης ζώνης και για ύψος μέχρι 100 μέτρα από το έδαφος περιγράφονται ικανοποιητικά από την κατανομή Weibull. Για τον λόγο αυτό, η κατανομή Weibull είναι η ευρύτερα χρησιμοποιούμενη αναλυτική κατανομή πυκνότητας πιθανότητας για τον υπολογισμό του Αιολικού δυναμικού. Η κατανομή Weibull εκφράζει την πιθανότητα η ταχύτητα  $V$  να βρίσκεται στην περιοχή  $V-dV/2$  και  $V+dV/2$  και εκφράζεται από τη σχέση :

$$f(V) = \frac{k}{c} \left[ \frac{V}{c} \right]^{k-1} e^{-\left( \frac{V}{c} \right)^k} \quad (1)$$

Όπου

$C$ : (παράμετρος μεγέθους/θέσης) συνδέεται με τη μέση ταχύτητα του ανέμου

$k$ : (παράμετρος μορφής) είναι αντιστρόφως ανάλογη της διασποράς του μέτρου των ταχυτήτων του ανέμου ως προς τη μέση ταχύτητα



Για την εύρεση της καμπύλης διάρκειας των ταχυτήτων του ανέμου πρέπει να προσδιορίσουμε το χρονικό διάστημα για το οποίο η μετρημένη ταχύτητα είναι μεγαλύτερη από κάποια προκαθορισμένη τιμή. Στην περίπτωση της κατανομής Weibull η καμπύλη διάρκειας μπορεί να βρεθεί βάσει της συνάρτησης ολικής πιθανότητας, δηλαδή:

$$F(V \leq V_o) = 1 - \exp[-(\frac{V_o}{C})^k] \quad (2)$$

Η οποία είναι συμπληρωματική της καμπύλης διάρκειας και δίνει την πιθανότητα F η ταχύτητα V να είναι μικρότερη μιας τιμής V<sub>o</sub>.

Μετά από λογαρίθμηση, η εξίσωση (2) μπορεί να γραφεί με την μορφή:

$$\ln(-\ln(1 - F(V \leq V_o))) = -k \ln C + k \ln V_o \quad (3)$$

Συνεπώς, ο υπολογισμός των παραμέτρων k και C, που αντιστοιχούν στις μετρήσεις μιας περιοχής, μπορεί να γίνει με τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων, προσαρμόζοντας μια ευθεία στις μετρήσεις, δηλαδή :

$$Y = A + BX \quad (4)$$

Όπου:  $Y = \ln(-\ln(1 - F(V \leq V_o)))$ , και,  
 $X = \ln V_o$

Όταν υπολογιστούν τα A και B με την μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων από τα υπάρχοντα ανεμολογικά δεδομένα, είναι δυνατός ο υπολογισμός των παραμέτρων k και C από τις παρακάτω σχέσεις:

$$C = \exp(-A/B), \text{ και,} \\ k = B$$

### 3. Δεδομένα

Για τους υπολογισμούς θα χρησιμοποιηθούν, εναλλακτικά, ανεμολογικά δεδομένα από δύο μετεωρολογικούς σταθμούς της Ελλάδας. Το αρχείο με τα δεδομένα είναι σε μορφή Excel και περιλαμβάνει δύο φύλλα εργασίας, ένα για κάθε σταθμό. Το αρχείο είναι διαθέσιμο από τον παρακάτω σύνδεσμο:

<https://drive.google.com/file/d/1DK5eA0Wspr0tDn408OonbTLYhw38bDX5/view?usp=sharing>

### 4. Απαιτούμενες ενέργειες

Κάθε φοιτητής κατεβάζει το αρχείο των δεδομένων με τον υπερσύνδεσμο που υπάρχει παραπάνω.

β. Αναπτύσσεται ένα πρόγραμμα MATLAB το οποίο κάνει τα παρακάτω:

- i. Αναγνωρίζει αν το AEM είναι άρτιος ή περιττός αριθμός.
- ii. Οι φοιτητές των οποίων το AEM είναι περιττός αριθμός θα χρησιμοποιήσουν τα δεδομένα από τον πρώτο σταθμό τα οποία περιλαμβάνονται στο φύλλο εργασίας station\_1, ενώ όσων είναι άρτιος αριθμός θα χρησιμοποιήσουν τα δεδομένα τα οποία περιλαμβάνονται στο φύλλο εργασίας station\_2.

- iii. Διαβάζει το αντίστοιχο φύλλο εργασίας από το αρχείο excel και ορίζει τις μεταβλητές.
- iv. Η ταχύτητα του ανέμου μετατρέπεται από κόμβοι (knots) σε m/s πολλαπλασιάζοντας με 0.51.
- v. Βρίσκεται το πρώτο (year\_min) και το τελευταίο έτος των μετρήσεων (year\_max).
- vi. Επιλέγεται τυχαία 1 έτος (year1) στο διάστημα year\_min - (year\_max-4).
- vii. Επιλέγονται τα δεδομένα που αφορούν στην πενταετία year1 – (year1+4).
- viii. Προσαρμόζεται μια καμπύλη Weibull στα δεδομένα σύμφωνα με τις παραπάνω εξισώσεις.
- ix. Γίνεται γραφική παράσταση της κατανομής των ταχυτήτων και της καμπύλης Weibull.
- x. Υπολογίζονται και γράφονται στη δεξιά μεριά του σχήματος οι παράμετροι C και k της κατανομής Weibull.
- xi. Στην κορυφή του σχήματος γράφεται η χρονική περίοδος που αφορούν οι μετρήσεις καθώς και ο αριθμός των μετρήσεων στα οποία βασίσθηκαν οι υπολογισμοί. Κάτω αριστερά γράφεται το όνομα σας και το όνομα του υπολογιστή σας (το οποίο βρίσκεται χρησιμοποιώντας την κατάλληλη συνάρτηση του MATLAB).

γ. Η άσκηση παραδίδεται με email ([melas@auth.gr](mailto:melas@auth.gr)) μέχρι τις 26 Ιανουαρίου. Πιο συγκεκριμένα παραδίδονται δύο αρχεία: ένα αρχείο .m το οποίο περιέχει το πρόγραμμα MATLAB που αναπτύχθηκε και ένα αρχείο σε μορφή jpg τα οποία εμφανίζει την παραπάνω γραφική παράσταση.

Στο SUBJECT του email γράφετε CP2021.

δ. Η άσκηση είναι προσωπική και αν παραδώσετε τα ίδια αρχεία τότε δεν θα γίνουν δεκτά.

## 5. Χρήσιμες εντολές

```
data = xlsread(filename,sheet)
```

```
b = mod(a,m)
```