

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΩΝ ΣΤΟ ΜΙΚΡΟΚΛΙΜΑ

Αθήνα, Οκτώβριος 2003

Λαγκαδινού Ευγενία

Διεπιστημονικό-Διατμηματικό Πρόγραμμα
Μεταπτυχιακών Σπουδών
«Επιστήμη και Τεχνολογία Υδατικών Πόρων»
ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

Μέρη της παρουσίασης

- ➔ Βιβλιογραφική επισκόπηση
- ➔ Θεωρητικό υπόβαθρο
- ➔ Επιλογή ταμιευτήρα και μετεωρολογικών σταθμών
- ➔ Εμπειρική προσέγγιση – Στατιστικές δοκιμές
- ➔ Ερωτηματολόγια
- ➔ Συμπεράσματα
- ➔ Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα


Βιβλιογραφική Επισκόπηση

- Borushko (1965): επιρροή ταμιευτήρα Kuymbischev σε θερμοκρασία και υγρασία αντιστρόφως ανάλογη με λογάριθμο της απόστασης από την ακτή.
- National Center for Atmospheric Research (1966): ερευνητές διαφωνούν για το μέγεθος της επιρροής, εάν υπάρχει της λίμνης Nasser.
- Changnon (1966): επίδραση της λίμνης Michigan σε καταιγίδες, ειδικά καλοκαίρι και φθινόπωρο.
- Kovacs (1965): η λίμνη Balaton δεν επιφέρει μεταβολές σε θερμοκρασία και υγρασία των αέριων μαζών.
- Research of Swedish Meteorological and Hydrological Institute (Rodhe, 1968): η αύξηση μεγέθους λίμνης δεν επηρέασε μέγιστη ημερήσια θερμοκρασία και υγρασία, αλλά η ελάχιστη θερμοκρασία αυξήθηκε 0,5-1,0 °C έως 50 m από ακτή.
- Thornthwaite (1958): ο ταμιευτήρας Ribinsky, η Salton Sea και η λίμνη Mead δεν προκαλούν μεταβολή στο τοπικό κλίμα.
- Lofgren and Zhu (1999): υψηλές εξερχόμενες ροές λανθάνουσας και αισθητής θερμότητας κατά το φθινόπωρο και χειμώνα από Great Lakes, που αποδεικνύει ανταλλαγή ενέργειας μεταξύ λιμνών και γύρω χερσαίων περιοχών.
- Meijninger and de Bruin (2000): η ροή αισθητής θερμότητας μειώνεται με την προσφορά νερού.

Θεωρητικό υπόβαθρο

Τυχόν μικροκλιματικές αλλαγές  αλλαγή του ενεργειακού ισοζυγίου λόγω της παρουσίας μεγάλης μάζας νερού

παρουσία μεγάλης μάζας νερού

 μεγαλύτερη θερμοχωρητικότητα σε σχέση με το έδαφος
μεγαλύτερη λανθάνουσα θερμότητα απορροφά, λόγω αύξησης εξάτμισης.

Με την κατασκευή του ταμιευτήρα και την προσφορά νερού αναμένεται μεταβολή των όρων του ενεργειακού ισοζυγίου της γης με αποτέλεσμα να ισχύει η σχέση:

$$\Delta S_n - \Delta \Lambda = \Delta L_n + \Delta H + \Delta G + \Delta Q_B + \Delta Q_S + \Delta Q_h$$

Η θεωρητική αντιμετώπιση των τυχόν αλλαγών στο μικροκλίμα μέσω του ενεργειακού ισοζυγίου δεν είναι δυνατό να δώσει ποσοτικά αποτελέσματα λόγω υπάρξεως αρκετών άγνωστων μεγεθών.

Επιλογή ταμιευτήρα και μετεωρολογικών σταθμών

Κριτήρια επιλογής ταμιευτήρα:

- η ύπαρξη ικανοποιητικής χρονοσειράς μετεωρολογικών δεδομένων στη θέση του ταμιευτήρα τόσο **μετά** όσο **και πριν την κατασκευή του**, ώστε να είναι δυνατή η σύγκριση των δύο ομάδων δεδομένων και η διερεύνηση τυχόν κλιματικής αλλαγής.
- οι εν λόγω μετεωρολογικοί σταθμοί έπρεπε να είναι αξιόπιστοι και να λειτουργούν συστηματικά, χωρίς σημαντικές ελλείψεις.

Ύστερα από μια επίπονη έρευνα στους διάφορους φορείς (Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε., Ε.Μ.Υ., Δ.Ε.Η., Υπουργείο Γεωργίας, Ε.ΥΔ.ΑΠ.) αποφασίστηκε η έρευνα να περιοριστεί σε δύο ταμιευτήρες:

- ➔ **το φράγμα Πουρναρίου**
- ➔ **το φράγμα Μόρνου**

Μετεωρολογικά δεδομένα

Έγινε επεξεργασία σε μηνιαία δεδομένα:

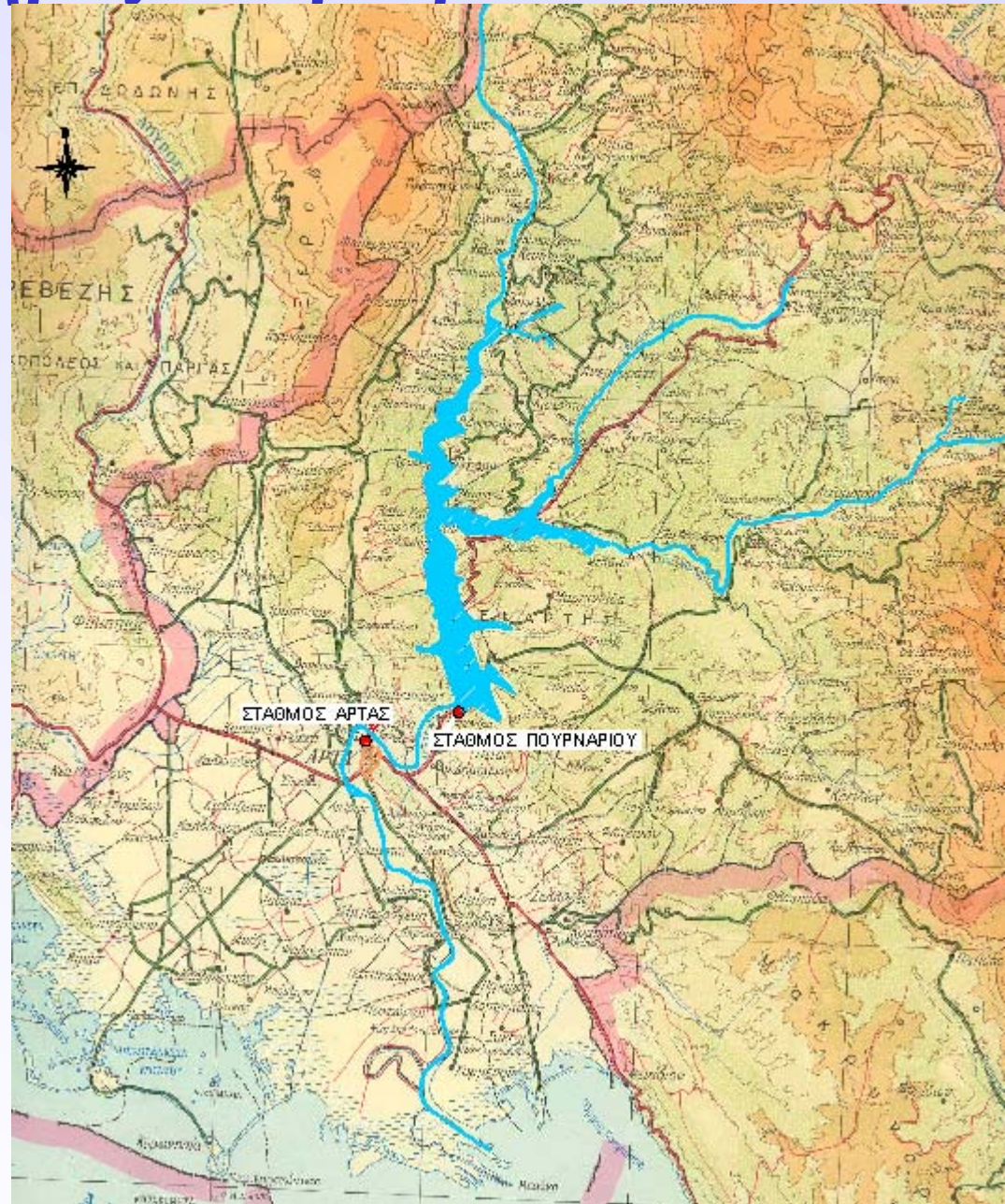
- Μέσης θερμοκρασίας
- Απόλυτα μέγιστης θερμοκρασίας
- Απόλυτα ελάχιστης θερμοκρασίας
- Ολικού ύψους νετού
- Μέγιστου ύψους νετού
- Σχετικής υγρασίας
- Ημερών νετού
- Ημερών καταιγίδας
- Ημερών ομίχλης
- Ημερών πάχνης
- Ημερών δρόσου

Ταμιευτήρας Πουρναρίου

Τύπος φράγματος	Χωμάτινο
Έτος πλήρωσης	1980
Επιφάνεια	20 km ²
Χωρητικότητα	865 x 10 ⁶ m ³

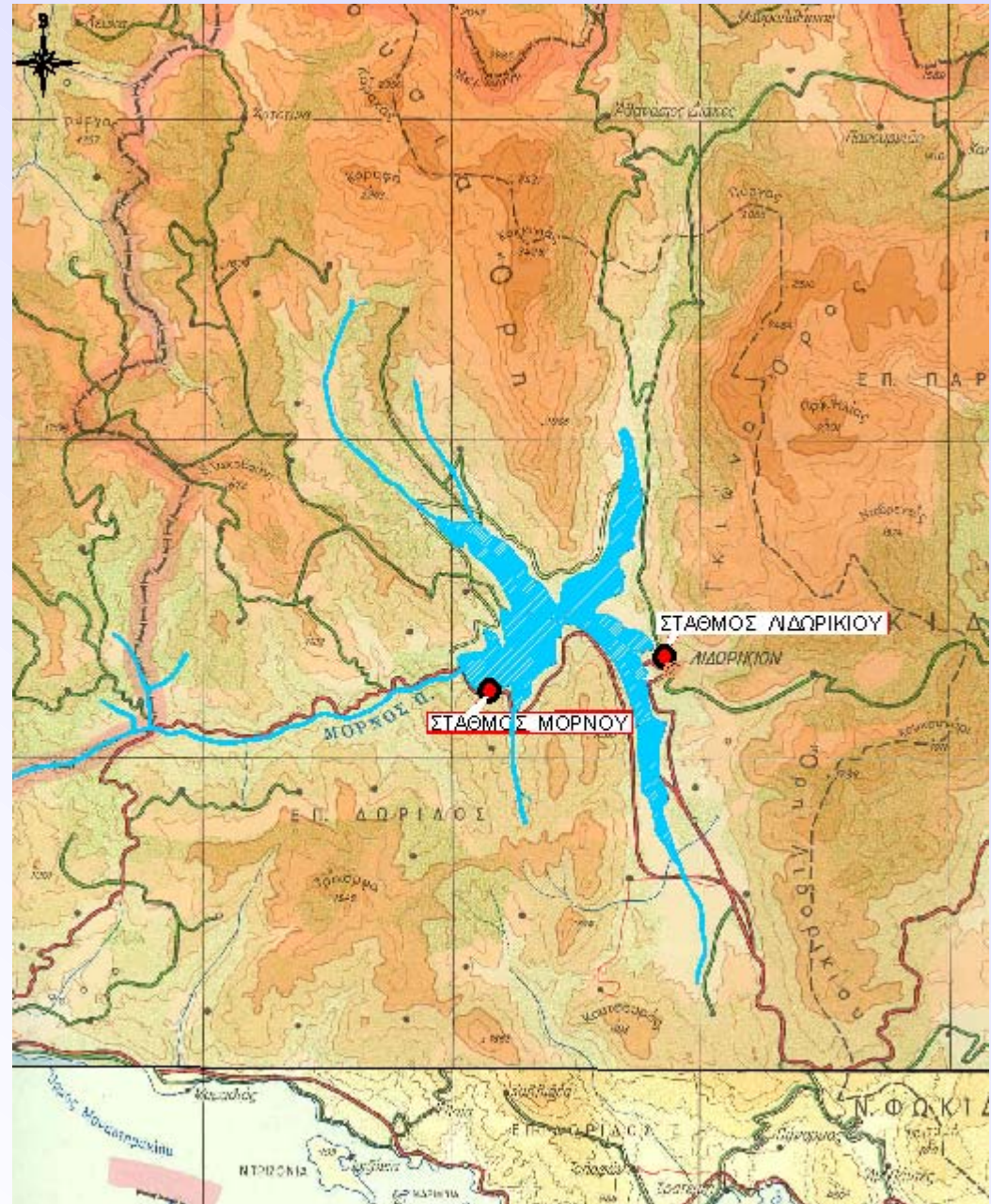
Μετεωρολογικοί σταθμοί

Πουρναρίου	Ιωαννίνων
Άρτας	Αγρινίου



Ταμιευτήρας Μόρνου

Τύπος φράγματος	Χωμάτινο
Έτος πλήρωσης	1979
Επιφάνεια	18,5 km ²
Χωρητικότητα	780 x 10 ⁶ m ³



Μετεωρολογικοί σταθμοί

Λιδωρικίου

Λαμίας

Στατιστικές Δοκιμές (1)

Διάκριση δύο δειγμάτων:

- δεδομένα των μετεωρολογικών μεταβλητών πριν την πλήρωση του ταμιευτήρα
 - δεδομένα μετά
- ↪ έλεγχος εάν τα δύο αυτά δείγματα προέρχονται από τον ίδιο στατιστικό πληθυσμό ή όχι

Δεδομένα από δύο μετεωρολογικούς σταθμούς:

- ένας σταθμός πλησίον του φράγματος
 - και ένας σταθμός βάσης στην ευρύτερη περιοχή
- ↪ έτσι αποφεύγεται να αποδοθεί στον ταμιευτήρα μία κλιματική αλλαγή που είναι γενικότερη και δεν οφείλεται στην κατασκευή του

Υπολογίζεται η διαφορά των δύο σταθμών και σε αυτές τις τιμές γίνεται ο διαχωρισμός των δύο δειγμάτων και η εφαρμογή των δοκιμών

Στατιστικές Δοκιμές (2)

Με αυτή τη λογική εφαρμόστηκαν οι δοκιμές:

- ➔ **Kruskal - Wallis**
- ➔ **Rank Sum Test**
- ➔ **Two Sample t Test**
- ➔ **Διπλή αθροιστική καμπύλη (γραφική μέθοδος)**

Εφαρμόστηκαν σε δεδομένα από τα ζευγάρια σταθμών:

- ➔ **Άρτα – Ιωάννινα**
- ➔ **Άρτα – Αγρίνιο**
- ➔ **Λιδωρίκι – Λαμία**

Στατιστικές Δοκιμές (3)

Άρτα

Ημέρες Υετού, Καταιγίδας, Ομίχλης, Πάχνης, Δρόσου
εμφανίζονται πολύ αραιά και έχουν έντονα τοπικό χαρακτήρα.

Τα παραπάνω δεδομένα του σταθμού της Άρτας εξετάζονται μεμονωμένα.
Έτσι, εφαρμόστηκε η δοκιμή:

➔ Διαφορές Αναλογιών

Πουρνάρι – Άρτα:

Πουρνάρι (σταθμός πλησίον ταμιευτήρα)

Άρτα (σταθμός βάσης)

➔ Two Sample t Test

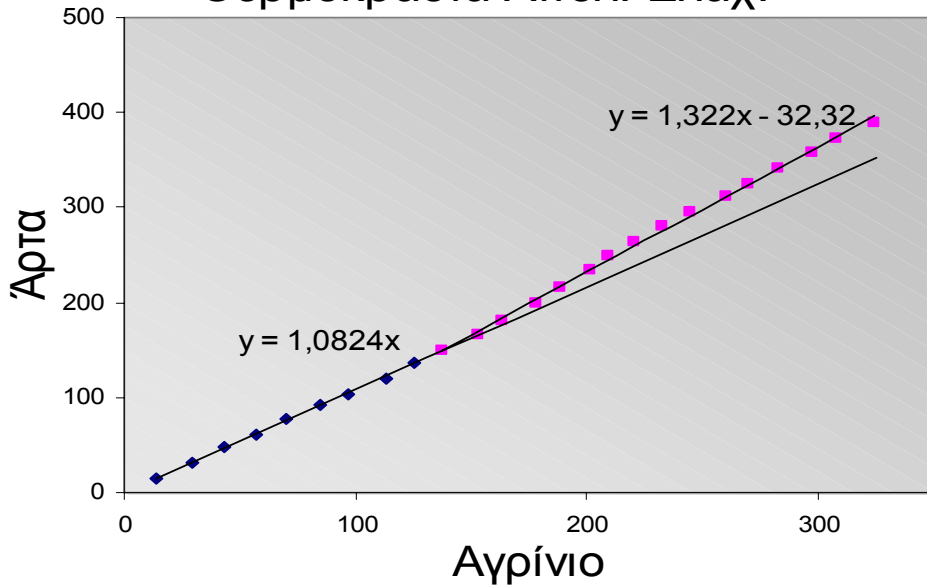
➔ Γραφήματα

Στατιστικές Δοκιμές (4)

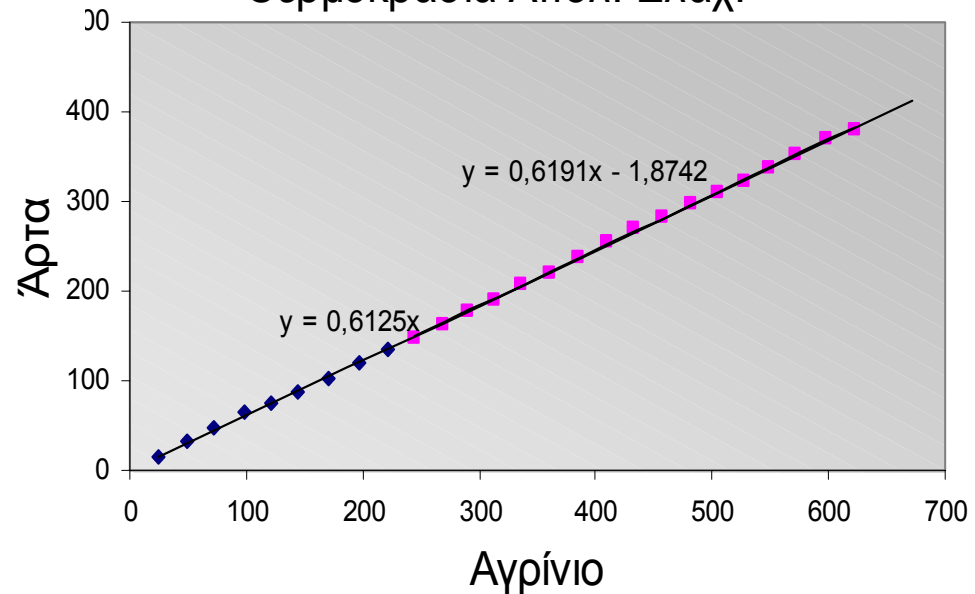
- ➔ **Μηδενική υπόθεση H_0** : οι δύο ομάδες προέρχονται από τον ίδιο στατιστικό πληθυσμό, που συνεπάγεται ότι δεν υπάρχει κλιματική αλλαγή.
- ➔ **Επίπεδο εμπιστοσύνης**: 10%.
- ➔ **Χρήση αμφίπλευρου ελέγχου**, δηλαδή έλεγχος και στα δύο άκρα της κατανομής για να ελεγχθεί εάν υπάρχει μεταβολή με την κατασκευή του ταμιευτήρα, ανεξάρτητα αν αυτή είναι μείωση ή αύξηση των τιμών.
- ➔ **1648 δοκιμές** σε μετεωρολογικά δεδομένα σε φύλλα Excel στο επισυναπτόμενο CD.
- ➔ **Αποτελέσματα δοκιμών** σε μορφή πινάκων.

Στατιστικές Δοκιμές (5)

Διπλή αθροιστική καμπύλη
Θερμοκρασία Απολ. Ελαχ.



Διπλή αθροιστική καμπύλη
Θερμοκρασία Απολ. Ελαχ.



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
''ΕΡΕΥΝΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ Ή ΜΗ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ
ΤΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΜΟΡΝΟΥ ΣΤΟ ΚΛΙΜΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΛΙΔΩΡΙΚΙΟΥ''

ΕΡΕΥΝΗΤΗΣ:
ΛΑΓΚΑΔΙΝΟΥ ΕΥΓΕΝΙΑ (ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΦΟΙΤΗΤΡΙΑ)
ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ:
ΚΟΥΤΣΟΓΙΑΝΝΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ (ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ)

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

1. Έχετε παρατηρήσει πιο μεγάλες ζέστες το καλοκαίρι (καύσωνας) μετά το 1979 (έτος που γέμισε η λεκάνη του φράγματος);

- Ναι, αύξηση
 Ναι, μείωση
 Δεν υπάρχει μεταβολή

2. Έχετε παρατηρήσει πιο μεγάλα κρύα το χειμώνα μετά το 1979;

- Ναι, αύξηση
 Ναι, μείωση
 Δεν υπάρχει μεταβολή

3. Έχετε παρατηρήσει μεταβολή στη θερμοκρασία γενικά μετά το 1979;

- Ναι, αύξηση
 Ναι, μείωση
 Δεν υπάρχει μεταβολή

4. Έχετε παρατηρήσει μεταβολή στις βροχές μετά το 1979;

- Ναι, αύξηση
 Ναι, μείωση
 Δεν υπάρχει μεταβολή

5. Έχετε παρατηρήσει μεταβολή στις καλοκαιρινές καταιγίδες μετά το 1979;

- Ναι, αύξηση
 Ναι, μείωση
 Δεν υπάρχει μεταβολή

6. Έχετε παρατηρήσει μεταβολή στην υγρασία μετά το 1979;

- Ναι, αύξηση
 Ναι, μείωση
 Δεν υπάρχει μεταβολή

7. Έχετε παρατηρήσει μεταβολή στην ομίχλη μετά το 1979;

- Ναι, είναι πιο συχνή
 Ναι, είναι πιο σπάνια
 Δεν υπάρχει μεταβολή

8. Έχετε παρατηρήσει μεταβολή στον πάγο μετά το 1979;

- Ναι, πέφτει πιο συχνά
 Ναι, πέφτει πιο σπάνια
 Δεν υπάρχει μεταβολή

9. Πιστεύετε ότι το κλίμα του Λιδωρικού άλλαξε μετά το 1979;

- Ναι, άλλαξε προς το καλύτερο
 Ναι, άλλαξε προς το χειρότερο
 Όχι, δεν υπάρχει μεταβολή

Για την ακρίβεια της έρευνας, παρακαλώ συμπληρώστε τα στοιχεία σας :

Πόσα χρόνια ζούσατε στο Λιδωρίκι και τη γύρω περιοχή **πριν** την κατασκευή του φράγματος (πριν το 1979);

Χρόνια

Πόσα χρόνια ζείτε στο Λιδωρίκι και τη γύρω περιοχή **μετά** την κατασκευή του φράγματος (μετά το 1979);

Χρόνια

Χρονολογία γέννησης:

Επάγγελμα:

Επεξεργασία Ερωτηματολογίων

Συμπληρώθηκαν: 23 ερωτηματολόγια από τους κατοίκους της Άρτας
22 από τους κατοίκους του Λιδωρικού

Επεξεργασία με χρήση του στατιστικού πακέτου Statgraphics

Παράδειγμα Επεξεργασίας Ερωτήσεων

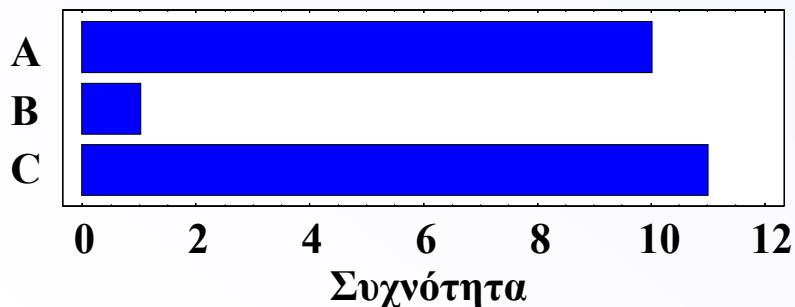
Η Ερώτηση 3 αναφέρεται την μεταβολή της θερμοκρασίας και οι δυνατές απαντήσεις είναι και εδώ οι εξής:

- A: Ναι, αύξηση
- B: Ναι, μείωση
- C: Δεν υπάρχει μεταβολή

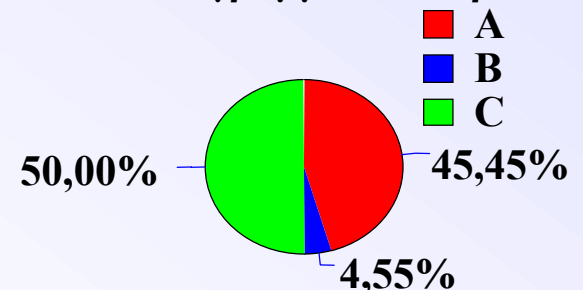
Πίνακας Συχνοτήτων -Λιδωρικό

Τάξη	Τιμή	Συχνότητα	Σχετική Συχνότητα
1	A	10	0,4545
2	B	1	0,0455
3	C	11	0,5000

Ραβδόγραμμα -Λιδωρικό



Κυκλικό Διάγραμμα -Λιδωρικό



Συμπεράσματα

Με βάση τις απαντήσεις των κατοίκων (υποκειμενικά κριτήρια)

➔ μετά την κατασκευή των φραγμάτων φαίνεται να έχει παρατηρηθεί μεταβολή στις περισσότερες μετεωρολογικές παραμέτρους.

Από τη στατιστική ανάλυση των μετεωρολογικών δεδομένων (αντικειμενικά κριτήρια)

➔ η μόνη κλιματική αλλαγή είναι μία αύξηση των τιμών της ελάχιστης θερμοκρασίας σε σχέση με το σταθμό βάσης.

➔ συνεπώς, δεν προκύπτουν ουσιαστικές επιπτώσεις των ταμιευτήρων στο μικροκλίμα των εξεταζόμενων περιοχών.

Συμπεράσματα

Τονίζεται ωστόσο ότι:

➔ Η έρευνα βασίστηκε σε μηνιαίες τιμές μετρήσεων αυτογραφικών και συμβατικών οργάνων μετεωρολογικών σταθμών από τις αρμόδιες Υπηρεσίες.

↪ Συνεπώς η ακρίβεια της έρευνας βασίζεται στην ακρίβεια των τιμών αυτών.

➔ Τα πρωτογενή δεδομένα μπορούν να αλλοιωθούν από:

- την αλλαγή ενός οργάνου παρατήρησης στο μετεωρολογικό σταθμό
- την αλλαγή παρατηρητή
- την αλλαγή της μεθοδολογίας επεξεργασίας από την αρμόδια υπηρεσία
- την απόκλιση του οργάνου μέτρησης

↪ Και κατά συνέπεια τα αποτελέσματα των στατιστικών δοκιμών να είναι αλλοιωμένα.

Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα

- Τα χρησιμοποιούμενα δεδομένα πρέπει να χαρακτηρίζονται από σημαντική ακρίβεια, χρονική και χωρική διακριτότητα, έτσι ώστε να γίνουν αντιληπτές και οι πιο μικρές κλιματικές μεταβολές.
- Επεξεργασία ημερήσιων δεδομένων ή ακόμα και παρατήρηση των μεταβολών των μετεωρολογικών παραμέτρων κατά τη διάρκεια της ημέρας, θα μπορούσε να εξετάσει με περισσότερη ακρίβεια το θέμα.
- Τοποθέτηση δικτύου αυτόματων μετεωρολογικών σταθμών στην περιοχή του ταμιευτήρα πριν ακόμα από την κατασκευή του. Οι σταθμοί αυτοί να καλύπτουν ένα εύρος αποστάσεων από τις όχθες του ταμιευτήρα, ξεκινώντας από απόσταση λίγων μέτρων.
- Χρήση τηλεσκοπικών μεθόδων, δεδομένα από δορυφόρους ή αεροπλάνα, με στόχο την εκτίμηση της ροής θερμότητας και την υγρασία του αέρα καθώς και μετρήσεων στην ίδια τη λίμνη.
- Μελέτη της εξάτμισης και δημιουργία μαθηματικών μοντέλων για την ατμοσφαιρική κυκλοφορία πάνω από ταμιευτήρες.