

(121)

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΙ ΕΔΑΦΟΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΤΗΣ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΣΜΟΚΟΒΟΥ

Α. Αυγουστής^α, Μ. Σαπουντζής, Δ. Κατέρης, Ι. Γράβαλος, Π. Ξυραδάκης
Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Λάρισας, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας, Τμήμα
Γεωργικών Μηχανών και Αρδεύσεων, Τ.Κ. 411 10, Λάρισα. "e-mail:
a.avgoustis@hotmail.com

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην εργασία αυτή παρουσιάζονται τα γεωμορφολογικά και εδαφοκλιματικά στοιχεία της λεκάνης απορροής των κυρίων υδατορευμάτων που τροφοδοτούν την τεχνητή λίμνη Σμοκόβου, καθώς και του Σοφαδίτη ποταμού. Η διερεύνηση επιτυγχάνεται με την βοήθεια του προγράμματος "ArcView" που συμβάλει στην ανάλυση και επεξεργασία των γεωγραφικών και υδρολογικών δεδομένων που αφορούν τη λεκάνη απορροής της τεχνητής λίμνης Σμοκόβου. Οι παραγόμενες πληροφορίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη συνέχεια σε διάφορα υδρολογικά μοντέλα.

SPECIFICATION OF THE GEOMORPHOLOGIC, GROUND AND CLIMATOLOGIC FEATURES OF THE BASIN OF THE SMOKOVOS RESERVOIR

A. Avgoustis^a, M. Sapoudzis, D. Kateris, I. Gravalos, P. Xyradakis
Technological Institute of Larissa, School of Technology of Agronomics, Department of
Agricultural Machines and Irrigation, P.C, 41110, Larissa, "e-mail:
a.avgoustis@hotmail.com

ABSTRACT

This project presents the geomorphologic, ground and climatologic features of the drainage basin of the main water streams which supply the Smokovos Reservoir and the of the Sophadites River. The research is made with the help of the program ArcView which contribute to the analysis and elaboration of the geographic and hydrologic facts which refer to the drainage basin of the Smokovos reservoir. Moreover, the information may be used in several hydrologic models.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το υδατικό ισοζύγιο των λεκανών απορροής καθορίζεται από τα κατακρημνίσματα, προϊόν των οποίων αποτελεί η δημιουργούμενη απορροή. Η θερμοκρασία καθορίζει την εξάτμιση, δηλαδή τις απώλειες απορροής. Για το λόγο αυτό, από το σύνολο των μετεωρολογικών παραγόντων, γίνεται μελέτη, κυρίως των κατακρημνισμάτων, της θερμοκρασίας καθώς και του συνδυασμού αυτών.

Κατά καιρούς έχουν παρουσιαστεί διάφορα μοντέλα που κάνουν χρήση των δυο αυτών μετεωρολογικών παραμέτρων, με ποιο γνωστό το πρώτο μηνιαίο μοντέλο υδατικού ισοζυγίου, το οποίο αναπτύχθηκε στη δεκαετία του 1940 από τον Thornthwaite [1], το οποίο αργότερα τροποποιήθηκε από τους Thornthwaite και Mather [2]. Από τότε, έχουν αναπτυχθεί και εφαρμοστεί διαφόρων κατηγοριών μοντέλα σ' ένα μεγάλο φάσμα υδρολογικών προβλημάτων [3,4,5].

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι ο προσδιορισμός της έκτασης της λεκάνης τροφοδοσίας (και των μορφομετρικών χαρακτηριστικών της) του ταμειευτήρα και του Σοφαδίτη ποταμού καθώς και η έρευνα των κλιματολογικών και βροχομετρικών στοιχείων της περιοχής, με την βοήθεια των οποίων προκύπτουν οι όμβριες καμπύλες και για τις δύο λεκάνες απορροής της εξεταζόμενης περιοχής. Τα στοιχεία αυτά θα μπορέσουν να χρησιμοποιηθούν στο μέλλον σε διάφορα υδρολογικά μοντέλα που θα εφαρμοστούν στην περιοχή.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 Περιοχή μελέτης

Η Τεχνητή Λίμνη Σμοκόβου, βρίσκεται σε απόσταση 30 km Νοτίως-ΝΑ της Καρδίτσας και 25 km Νοτίως των Σοφάδων, στην θέση «Παλιοσταλός», στην περιοχή των κοινοτήτων Λουτροπηγής και Κτιμένης του Νομού Καρδίτσας, λίγο μετά στη συμβολή των παραποτάμων του Ονόχωνου, γνωστού και ως Πενδάμη, Κτιμενιώτη, Κουμαρορέματος ή Πεναταμύλη και του Ρεντινιώτη, γνωστού και ως Πατιώτη, που ενισχύεται από τα υδατορεύματα της Παπούσας και του Τασορεύματος (Σχήμα 1) [6].



Σχήμα 1. Ο Νομός της Καρδίτσας στον οποίο ανήκει η τεχνητή λίμνη Σμοκόβου.

Η περιοχή έρευνας περιλαμβάνει τη λεκάνη απορροής του Σοφαδίτη ποταμού συνολικής έκτασης 500 km², που μαζί με τα ευρύτερα έργα ανάπτυξης και τις προβλεπόμενες αρδευόμενες εκτάσεις καταλαμβάνουν έκταση 738 km² και εκτείνονται στους Νομούς Καρδίτσας, Φθιώτιδας και Λάρισας [6].

Ο ταμιευτήρας βρίσκεται σε υψόμετρο 380 m, σε περιοχή μέσης βλάστησης, με ανθρώπινες δραστηριότητες και τροφοδοτείται από τις λεκάνες απορροής των Ονόχωνου-Ρεντινιώτη, συνολικής εκτάσεως 382 km². Η λεκάνη απορροής του Σμοκοβίτη, συνολικής εκτάσεως 118 km², δεν τροφοδοτεί τον ταμιευτήρα.

Η προσφορά νερού προέρχεται ανάντη του φράγματος, από την απορροή των υπολεκανών Ρεντινιώτη και Ονόχωνου, ενώ η ζήτηση καθορίζεται από το επίπεδο ανάπτυξης των κατάντη αρδευτικών έργων, καθώς και από τις περιβαλλοντικές απαιτήσεις για την διατήρηση μόνιμης ροής στην κοίτη του Σοφαδίτη και στα όρια της λίμνης [6].

Οι δυο λεκάνες απορροής διαφοροποιούνται ως προς τα υδρολογικά χαρακτηριστικά τους και η διερεύνηση της επιμέρους διαίτας τους παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Ειδικότερα, η υπολεκάνη του Ονόχωνου, η οποία ενισχύεται από τις εκροές του οροπεδίου της Ξυνιάδας, αποτελεί ένα διαταραγμένο σύστημα, όχι μόνο επειδή κατά την αρδευτική περίοδο η έξοδος της αποστραγγιστικής τάφρου φράσσεται, αλλά και λόγω των επιβαρυνμένων ρυπαντικών φορτίων, τα οποία προέρχονται από την έκπλυση των αρδευτικών εκτάσεων, υποβαθμίζοντας με τον τρόπο αυτό την ποιοτική κατάσταση των νερών του ταμιευτήρα [7].

2.2 Μεθοδολογία

Για την καταγραφή και διαχείριση των αναγκαίων για τη μελέτη της περιοχής στοιχείων έχει χρησιμοποιηθεί το Σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών (ΣΓΠ) “GIS-ArcView”. Το ΣΓΠ επιτρέπει την αυτοματοποίηση πολλών διεργασιών, συμπληρώνοντας πολλές αναλυτικές μεθόδους που χρησιμοποιούνται για τη διαχείριση των υδατικών πόρων [8]. Ως υπόβαθρο χρησιμοποιήθηκαν τοπογραφικοί χάρτες της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού (Γ.Υ.Σ., κλίμακα, 1:50.000). Όλες οι χαρτογραφικές πληροφορίες, που αφορούν την περιοχή μελέτης, ψηφιοποιήθηκαν και μετατράπηκαν σε αρχείο “TIFF/GIS” στο πρόγραμμα “GIS-ArcView”, όπου δημιουργήθηκαν οι χωρικές αλληλοσυσχετίσεις μεταξύ των γεωγραφικών στοιχείων.

Με την βοήθεια του προγράμματος μετά από επεξεργασία, δημιουργήθηκαν όλες οι βάσεις δεδομένων οι οποίες σχετίζονται με τα μορφομετρικά χαρακτηριστικά των λεκανών απορροής και περιλαμβάνουν το εμβαδόν, τη περίμετρο, το μέγιστο, το μέσο και το ελάχιστο υψόμετρο καθώς και τη μέση κλίση της κάθε λεκάνης (Σχέση 1). Επίσης δημιουργήθηκαν οι βάσεις δεδομένων που σχετίζονται με το μήκος της κεντρικής κοίτης και το συνολικό μήκος του υδρογραφικού δικτύου.

Η μέση κλίση των λεκανών υπολογίστηκε από την σχέση που ακολουθεί [9]:

$$S = 100 \cdot \frac{\Sigma L \cdot h}{A} \quad (1)$$

όπου: S είναι η μέση κλίση της λεκάνης (%), ΣL είναι το συνολικό μήκος χωροσταθμικών (km), h είναι η ισοδιάσταση χωροσταθμικών (km) και A είναι η έκταση της λεκάνης (km²).

Τέλος με τη βοήθεια των προαναφερθέντων στοιχείων και των μετεωρολογικών δεδομένων (βροχόπτωση και θερμοκρασία) που συγκεντρώθηκαν από τους βροχομετρικούς σταθμούς των Φουρνών και του Δομοκού υπολογίστηκαν, η εξατμισοδιαπνοή (μέθοδος Thorntwaite), η μέση βροχόπτωση, η συνολική απορροή και οι όμβριες καμπύλες. Οι επιλογή των εν λόγω δύο βροχομετρικών σταθμών έγινε με βάση το πλήθος και την πληρότητα των μετεωρολογικών δεδομένων τους.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

3.1 Παράθεση των προσδιορισμένων μορφολογικών χαρακτηριστικών της λεκάνης τροφοδοσίας του ταμιευτήρα

Μετά την επεξεργασία των δεδομένων προέκυψε ότι η συνολική λεκάνη έχει έκταση 500 km², με μέσο υψόμετρο 675 m, με υψηλότερο σημείο τα 1500 m και χαμηλότερο τα 220 m. Το συνολικό μήκος του υδροκρίτη είναι 121,32 km και ο βαθμός στρογγυλομορφίας 4,12 km²/km. (Σχήμα 2). Αυτή χωρίζεται στην λεκάνη τροφοδοσίας του ταμιευτήρα εκτάσεως 382 km² (Σχήμα 2, κίτρινο και μοβ χρώμα) και την λεκάνη του Σμοκοβίτη εκτάσεως 118 km² (Σχήμα 2, γαλάζιο χρώμα), με κύριο υδατόρευμα το Σμοκοβίτικο που βρίσκεται ανάντη του υδρομετρικού σταθμού Κέδρου που δεν τροφοδοτεί τον ταμιευτήρα και ενώνεται με τον Σοφαδίτη 6 km περίπου ανάντη του Κέδρου.



Σχήμα 2. Χάρτης της λεκάνης και των δύο υπολεκανών αυτής.

Στην λεκάνη αυτή υπάρχουν σημαντικές πηγές, με συνέπεια τη διατήρηση μόνιμης ροής όλες τις εποχές του έτους. Ως προς τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά, μοιάζει με αυτή του Ρεντινιώτη, χαρακτηρίζεται δηλαδή από έντονες κλίσεις, (Σχήμα 3 και 4) πυκνή βλάστηση και πετρώματα χαμηλής περατότητας. Έχει μέσο υψόμετρο 696 m, με υψηλότερο σημείο τα 1260 m και χαμηλότερο τα 200 m και μέση κλίση τα 24,5%. Ο υδροκρίτης της έχει μήκος 49,69 km και ο βαθμός στρογγυλομορφίας της είναι 3,01 km²/ km. Το μήκος της κεντρικής κοίτης ανέρχεται στα 12 km.

Η λεκάνη τροφοδοσίας του ταμιευτήρα Σμοκόβου (Ονόχωνου-Ρεντινιώτη), έχει έκταση 382 km² και μέσο υψόμετρο 620 m, με ψηλότερο σημείο τα 1500 m και χαμηλότερο τα 280 m και μέση κλίση 14,5%. Ο υδροκρίτης της έχει μήκος 106,29 km και ορίζεται από την οροσειρά των Αγράφων στα δυτικά, την οροσειρά του Τυμφορηστού στα νοτιοδυτικά, το όρος Όθρυς στα νότια, τους χαμηλούς λόφους του οροπεδίου της αποξηραμένης λίμνης Ξυνιάδας στα ανατολικά, και τα όρη Ξεροβούνι, Κούμαρος, Πλατειά Ράχη, Παλιομονάστηρο, Κρανόρραχη και Κατάχλωμο στα βόρεια. Ο βαθμός στρογγυλομορφίας της είναι 3,59 km²/ km και το μήκος της κεντρικής κοίτης ανέρχεται στα 45,26 km (15,58 km Ρεντινιώτης και 29,68 km Ονόχωνος).

Η υπολεκάνη του Ρεντινιώτη έχει έκταση 150 km² και μέσο υψόμετρο 745 m, με ψηλότερο σημείο τα 1500 m και χαμηλότερο τα 330 m και μέση κλίση 21,5%. Ο υδροκρίτης της έχει μήκος 59,79 km με μεγάλα υψόμετρα που ξεπερνούν τα 1300 m. Στο ΝΑ όριο της λεκάνης υπάρχουν έντονες κλίσεις, αρκετά πυκνή δασώδη βλάστηση και κυριαρχία των αδιαπέρατων γεωλογικών σχηματισμών (κυρίως φλύσχης, αλλά και μάργες, οφιόλιθοι, περιδοντίτες [7]). Ο βαθμός στρογγυλομορφίας της είναι 2,5 km²/ km και το μήκος της κεντρικής κοίτης ανέρχεται στα 15,58 km.

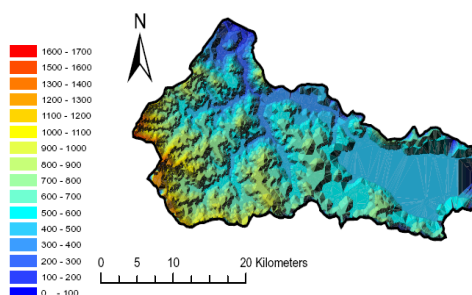
Ο Ονόχωνος τροφοδοτείται από τα νερά της τοπικής του λεκάνης, καθώς και από την αποστράγγιση του οροπεδίου Ξυνιάδας, έκτασης 80 km². Τα επιφανειακά νερά της

Ξυριάδας συγκεντρώνονται σε μία κύρια αποστραγγιστική τάφρο και μέσω μιας τεχνητής χωμάτινης διώρυγας διοχετεύονται στον Ονόχωνο[7]. Η συνολική απορρέουσα επιφάνεια φθάνει τα 232 km² και ο υδροκρίτης της έχει μήκος 79,35 km. Το μέσο υψόμετρο της ανέρχεται στα 545 m, με ψηλότερο σημείο τα 800 m και χαμηλότερο τα 330 m και μέση κλίση 9,6%. Ο βαθμός στρογγυλομορφίας της είναι 2,92 km²/ km. Και το μήκος της κεντρικής κοίτης ανέρχεται 29,68 km.

Η ημιορεινή λεκάνη του Ονόχωρου χαρακτηρίζεται από μέτριες κλίσεις, (Σχήμα 3 και 4) και καλύπτεται από πυκνή θαμνώδη βλάστηση. Όπως και στην γειτονική λεκάνη του Ρεντινιώτη, παρατηρείται κυριαρχία των αδιαπέρατων γεωλογικών σχηματισμών, με εξαίρεση το νότιο ορεινό τμήμα της (εκτός δηλαδή της λεκάνης κατάκλισης), όπου αναπτύσσονται κρητιδικοί ασβεστόλιθοι μέτριας περατότητας. Αντίθετα, στην πεδινή περιοχή της Ξυριάδας, όπως και στα γύρω βουνά (ειδικά στο βόρειο τμήμα), αναπτύσσεται χαμηλή βλάστηση και είναι εμφανής η κυριαρχία των ασβεστολιθικών σχηματισμών. Η περιοχή είναι φτωχή σε υδατικούς πόρους, τόσο επιφανειακούς όσο και υπόγειους [7].



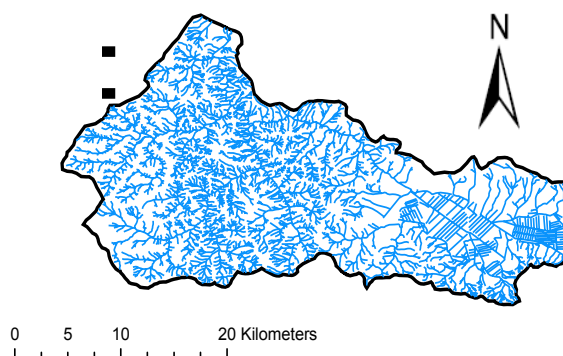
Σχήμα 3. Χάρτης των ισοϋψών της λεκάνης.



Σχήμα 4. Χάρτης του ψηφιακού μοντέλου εδάφους της λεκάνης

3.2. Μετεωρολογικά και υδρομετρικά δεδομένα

Ο σημαντικότερος μετεωρολογικός σταθμός της περιοχής είναι αυτός του Δομοκού, ο οποίος υπάγεται στην Ε.Μ.Υ. και λειτουργεί από το 1950. Για τον σταθμό αυτό είναι διαθέσιμα σε μηνιαία κλίμακα τα δείγματα μέσης θερμοκρασίας από το 1979 έως το 1996, σχετικής υγρασίας από το 1970 έως το 1996 και νέφωσης από το 1991 έως το 1996.



Σχήμα 5. Χάρτης του υδρογραφικού δικτύου της λεκάνης.

Τα παραπάνω στοιχεία θα αξιοποιηθούν για την εκτίμηση της δυνητικής εξατμισοδιαπνοή.

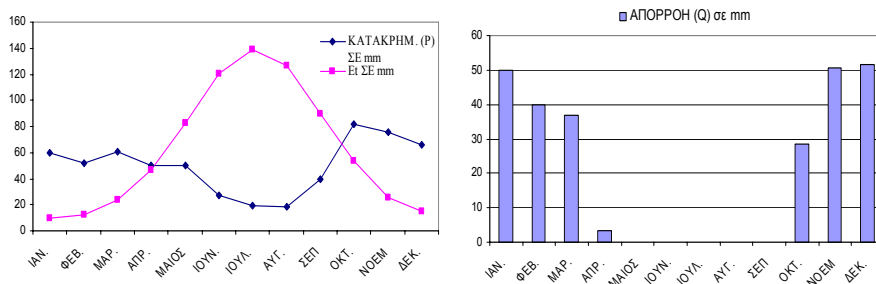
Οι μετρήσεις παροχής έγιναν απ' ευθείας στο ίδιο το ποτάμι και στους άλλους παραποτάμους του Πηνειού, καθώς και τα αποτελέσματα μετρήσεων βροχοπτώσεων από σταθμούς καταμεμημένους σε όλη τη λεκάνη απορροής του Πηνειού [7]. Οι μετρήσεις βροχοπτώσεων ολόκληρης της λεκάνης απορροής του Σοφαδίτη, έγιναν από τους βροχομετρικούς σταθμούς της Ρεντίνας και της Ξυνιάδας. Πολύτιμες πληροφορίες για τη σπουδαιότητα και την κατανομή των βροχοπτώσεων έδωσαν και οι παρατηρήσεις των γειτονικών σταθμών Δομοκού, Ανάβρας και Θραυμιίου.

3.3 Εξατμισοδιαπνοή

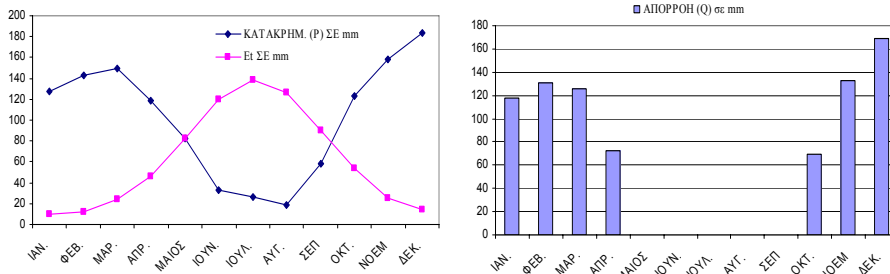
Για την εξαγωγή των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε η «μέθοδος του Thornthwaite». Η μέθοδος αυτή προτιμήθηκε κυρίως λόγω του γεγονότος ότι το μόνο δεδομένο εισόδου το οποίο απαιτείται είναι οι τιμές θερμοκρασίας.

Οι μέσες μηνιαίες τιμές κατακρημνισμάτων που χρησιμοποιούνται για να βρεθεί η δυνητική εξατμισοδιαπνοή για την λεκάνη απορροής του Σμοκοβίτικη, λαμβάνονται από τον μετεωρολογικό σταθμό των Φουρνών, υψομέτρου 1100 m. Για την λεκάνη απορροής του ταμειυτήρα (Ονόχωνου και Ρεντινώτη), έχουν ληφθεί υπόψη οι μέσες μηνιαίες τιμές κατακρημνισμάτων από τον μετεωρολογικό σταθμό του Δομοκού, υψομέτρου 615 m.

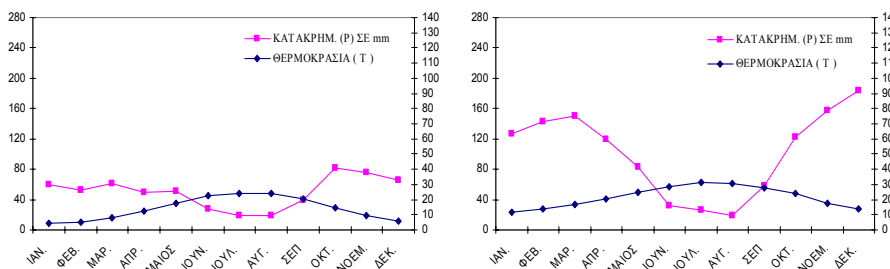
Αφού βρεθεί η δυνητική εξατμισοδιαπνοή στην συνέχεια πολλαπλασιάζεται με έναν συντελεστή που αντιστοιχεί για κάθε μήνα με βάση πίνακα που σχετίζεται με το γεωγραφικό πλάτος της υπό μελέτη περιοχής. Τα αποτελέσματα των υπολογισμών παραθέτονται στα γραφήματα που ακολουθούν.



Σχήμα 6. Μέσα μηνιαία υπερετήσια κατακρημνίσματα και εξατμισοδιαπνοή (Et) (αριστερά),απορροή (Q) σε mm (δεξιά),στην περιοχή του Δομοκού.



Σχήμα 7. Μέσα μηνιαία υπερετήσια κατακρημνίσματα και εξατμισοδιαπονή (Ετ) (αριστερά),απορροή (Q) σε mm (δεξιά),στην περιοχή των Φουρνών.

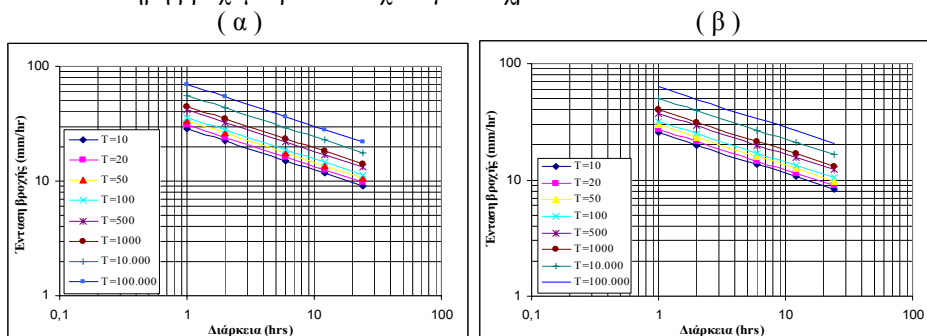


Σχήμα 8. Μέσα μηνιαία υπερετήσια κατακρημνίσματα και θερμοκρασία στην περιοχή του Δομοκού (αριστερά) και στην περιοχή των Φουρνών (δεξιά).

Η συνολική ετήσια βροχόπτωση στη λεκάνη απορροής του Ονόχωνου-Ρεντινιάτη ισούται με $249.998.754 \text{ m}^3$ ($0,654447 * 382 \text{ Km}^2 * 10^6$) και η συνολική απορροή που καταλήγει τελικώς στον ταμιευτήρα είναι $124.313.496 \text{ m}^3$ ($0,325428 * 382 \text{ Km}^2 * 10^6$). Η συνολική ετήσια απορροή στην λεκάνη απορροής του Σμοκοβίτικου ισούται με $43.278.860 \text{ m}^3$ ($0,366770 * 118 \text{ Km}^2 * 10^6$).

3.4 Όμβριες καμπύλες

Οι όμβριες καμπύλες που ακολουθούν προέκυψαν από την επεξεργασία των βροχομετρικών στοιχείων των σταθμών της Ανάβρας και της Ρεντινάς. Οι δύο συγκεκριμένοι σταθμοί επιλεχθήκαν από ένα πλήθος άλλων σταθμών, λόγω του ότι διαθέταν πλήρη βροχομετρικά στοιχεία για 30 χρόνια.



Σχήμα 9. Καμπύλες έντασης-διάρκειας- περιόδου επαναφοράς για τον σταθμό α) της Ανάβρας και β) της Ρεντινάς

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Thornthwaite, C.W., 1948. An approach toward a radiation classification of climate, *Geographical Reviews*, 38(1), pp.55-94.
2. Thornthwaite, C.W., Mather, J.R., 1955. *The water balance*, Publication in Climatology, Laboratory of Climatology, Dresel Institute of Technology, 8(8), pp. 1-104.
3. Alley, W.M., 1985. Water balance models in one-month-ahead stream flow forecasting, *Water Resources Research*, 21(4), pp. 597-606.
4. Gabos, A., Gasparri, L., 1983. Monthly runoff model for regional planning, *Water International*, 8, pp. 42-45.
5. Vandewiele, G.L., Win, N.L., 1998. Monthly water balance for 55 basins in 10 Countries, *Hydrological Science Journal*, 43(5), pp. 687-699.
6. Ε.Ε.Δ.Υ.Π, 1995. *Φράγμα Σμοκόβου*.
7. Ε.Μ.Π., 2006. *Διεύρυνση Σεναρίων Διαχείρισης του ταμιευτήρα Σμοκόβου*, Έκθεση δεδομένων.
8. Burrough, P.A., 1986. *Principles of geographical information systems for land resources assessment*, Clarendon Press, Oxford.
9. Παπαμιχαήλ, Δ.Μ., 2001. *Τεχνική υδρολογία επιφανειακών υδάτων*, Εκδόσεις Γιαχούδη-Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη.