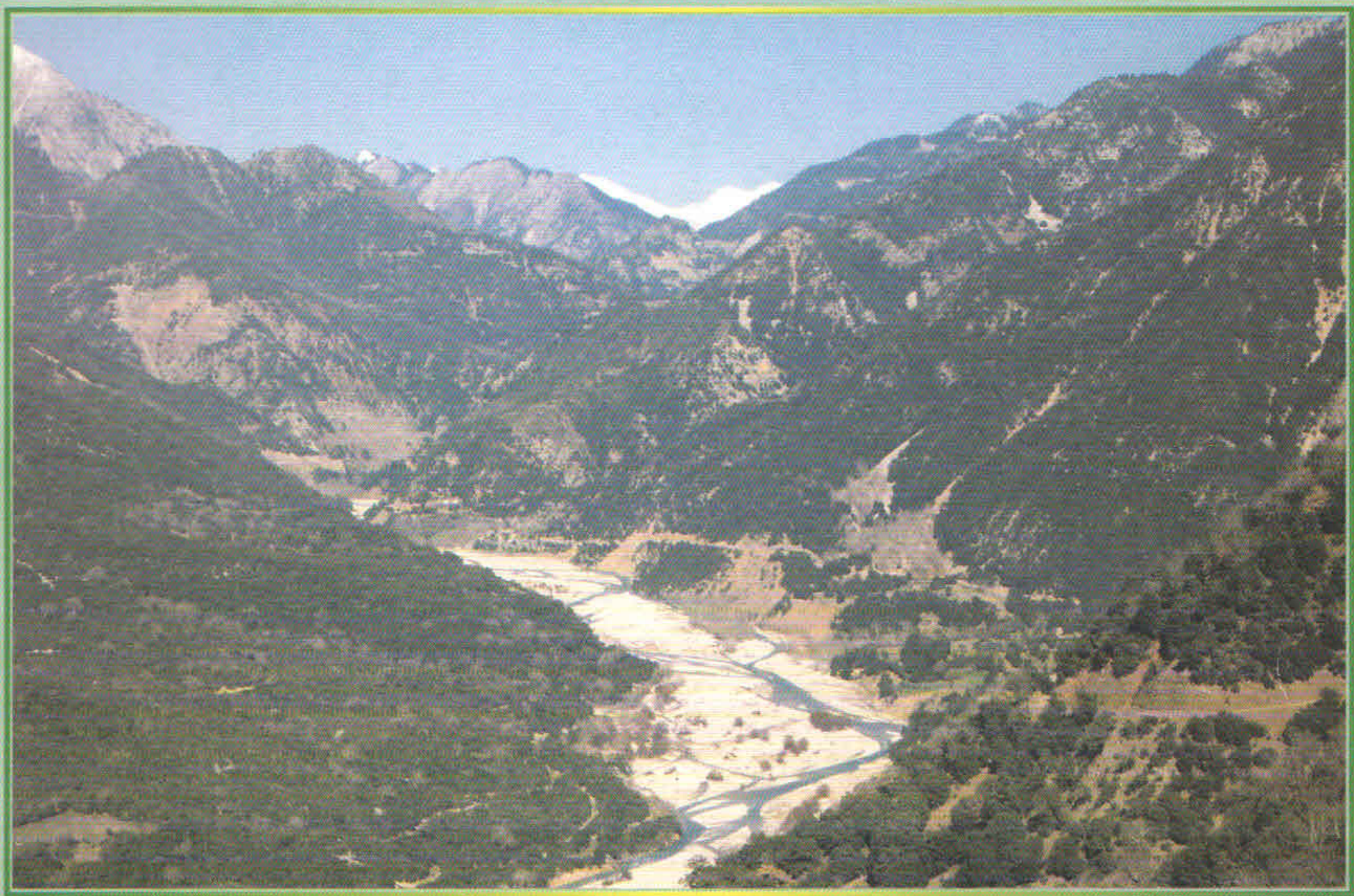


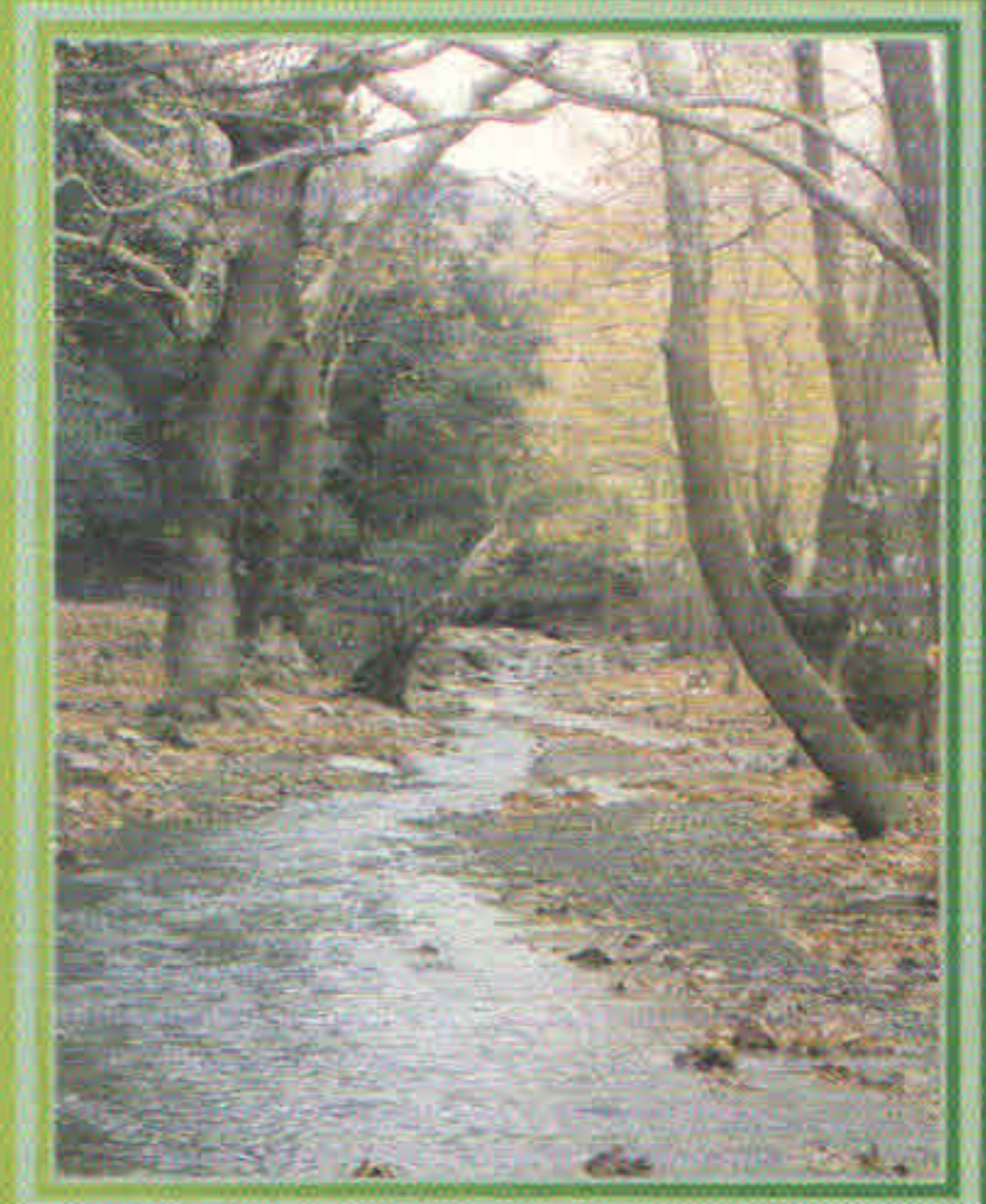
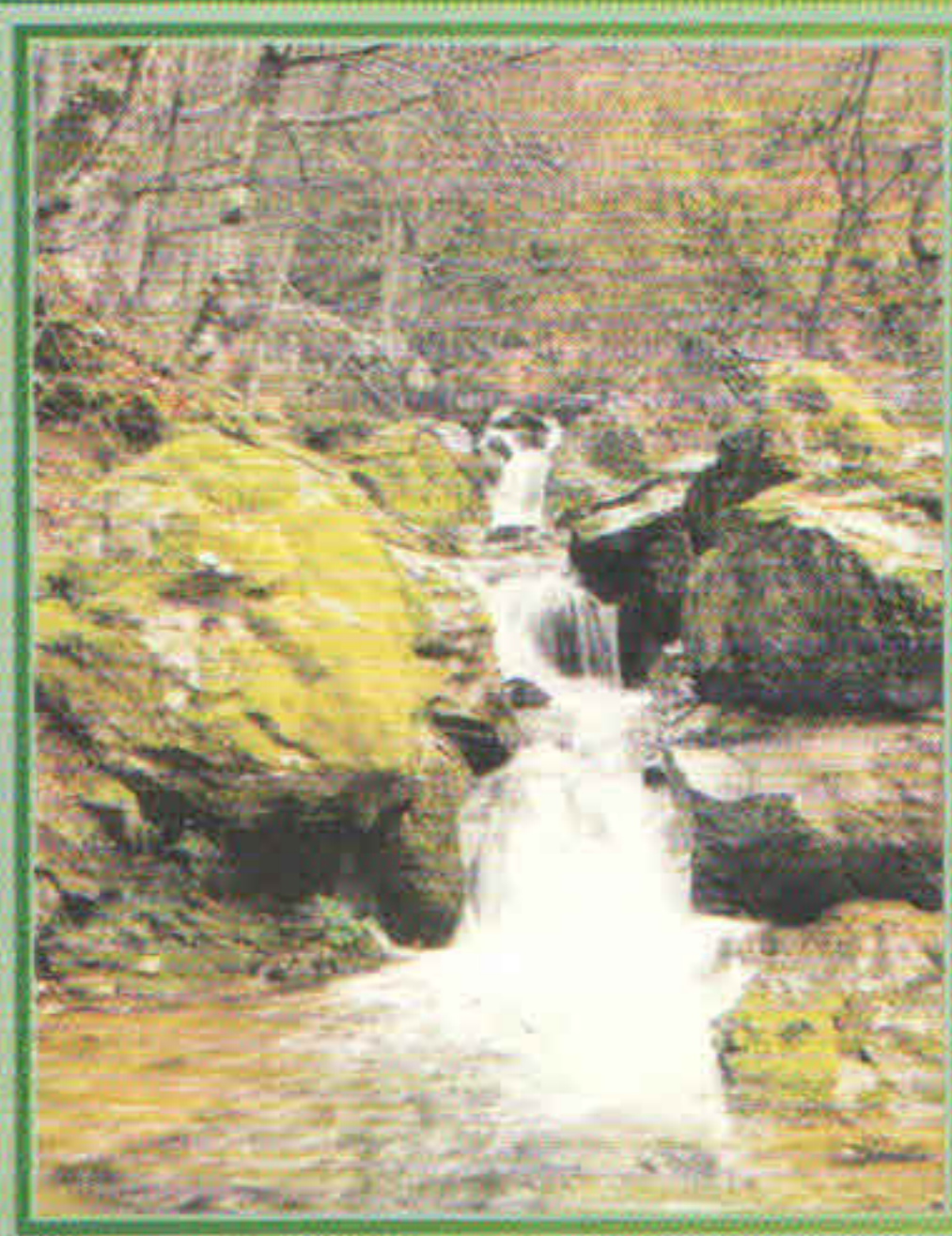
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ

ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ &
ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΔΑΣΩΝ & ΦΥΣΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΔΑΣΗ ΚΑΙ ΝΕΡΟ



Επίδραση της δασικής βλάστησης και των ορεινών
υδρονομικών έργων στην απορροή, στη διάβρωση
του εδάφους και στις πλημμύρες



2003: Διεθνές έτος για το νερό

ΑΘΗΝΑ 2003



Συγγραφή κειμένων:

Γεώργιος Μπαλούτσος, Δασολόγο ¹

Παναγιώτης Μιχόπουλος, Δασολόγος – Χημικός εδάφους¹

Γεώργιος Καπετανόπουλος, Δασολόγος.²

**Σύνταξη, επιμέλεια διαγραμμάτων, πινάκων
και επεξεργασία εικόνων:**

Αθανάσιος Μπουρλέτσικας, Δασολόγος¹

Κωνσταντίνος Καούκης, Δασοπόνος¹

¹ Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας (ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε.)

Ινστιτούτο Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων
και Τεχνολογίας Δασικών Προϊόντων (Ι.Μ.Δ.Ο. & Τ.Δ.Π.)

² Υπουργείο Γεωργίας

Γενική Δ/ση Ανάπτυξης & Προστασίας Δασών
& Φυσικού Περιβάλλοντος

Φωτογραφίες εξωφύλλου:

1. Ορεινή λεκάνη απορροής υδατορεύματος «Αγραφιώτη»
2. Υδατόρευμα δάσους οξυάς ΒΑ Όσσας
3. Τμήμα του ταμιευτήρα «Κρεμαστών» της λεκάνης απορροής του Αχελώου ποταμού
4. Υδατόρευμα δάσους αειφύλλων πλατυφύλλων Δυτικής Ελλάδας

Περιεχόμενα	Σελίδα
Πρόλογος (Υφυπουργός Γεωργίας Φ. Χατζημιχάλης)	5
1. Η λεκάνη απορροής και η διαχείριση των φυσικών της πόρων	6
2. Ο υδρολογικός κύκλος και η σημασία του	6
3. Επίδραση του δάσους στην απορροή και στην προστασία του εδάφους	8
3.1 Επίδραση του δάσους στα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα και μέτρηση αυτών σε ορεινές περιοχές	9
3.2 Επίδραση του δάσους στην ποσότητα της απορροής των υδρολογικών λεκανών	13
3.3 Επίδραση του δάσους και των ορεινών υδρονομικών έργων στην κατανομή της απορροής στο χρόνο	17
3.4 Επίδραση του δάσους στη διάβρωση του εδάφους και στις κατολισθήσεις	19
3.5 Προστασία του εδάφους από τη διάβρωση με ορεινά υδρονομικά έργα	21
3.6 Επίδραση του δάσους στην ποιότητα της απορροής των υδρολογικών λεκανών	25
4. Επίδραση του δάσους στις πλημμύρες	29
4.1 Εισαγωγή	29
4.2 Συμβολή του δάσους στη μείωση των πλημμυρικών νερών και των επιπτώσεών τους	30
5. Αντί επιλόγου	32

Πρόλογος



Το νερό είναι ο πολυτιμότερος ανανεώσιμος φυσικός πόρος του πλανήτη μας. Μέσα στο νερό αναπτύχθηκε και εξελίχθηκε η ζωή. Αργότερα, οι πρώτες ανθρώπινες κοινωνίες εγκαταστάθηκαν και επέζησαν κοντά στα υδατορεύματα και τις λίμνες. Στη συνέχεια, με δεδομένη την προσφορά και διαθεσιμότητά του, το νερό ήταν ο βασικότερος παράγοντας για την ανάπτυξη των γεωργικών και αστικών περιοχών.

Τις τελευταίες όμως δεκαετίες, η διαθεσιμότητα του νερού έγινε βαθμιαία ένα από τα μεγαλύτερα θέματα σε παγκόσμια κλίμακα. Και τούτο γιατί τα προβλήματα που σχετίζονται με το νερό επηρεάζουν τη ζωή εκατομμυρίων ανθρώπων. Ειδικότερα τα προβλήματα που δημιουργούνται από την έλλειψη ή την παροδική περίσσεια νερού, αλλά και τη ρύπανση αυτού, πολλαπλασιάζονται συνεχώς. Επιπλέον, οι περιοχές που πλήττονται από αυτά, αυξάνονται σε έκταση και αριθμό και τα “θέματα” του νερού τα τελευταία χρόνια, αποτελούν πρώτη είδηση στα μέσα ενημέρωσης.

Η “κρίση” του νερού οφείλεται στην πρακτικά σταθερή προσφορά του από τη φύση και στην ολοένα αυξανόμενη ζήτηση. Η τελευταία απορρέει από την αύξηση του πληθυσμού και την άνοδο του βιοτικού του επιπέδου, αλλά και από την δραματική αύξηση της κατανάλωσης νερού από τους υπόλοιπους χρήστες του, κυρίως από τη γεωργία, βιομηχανία κλπ..

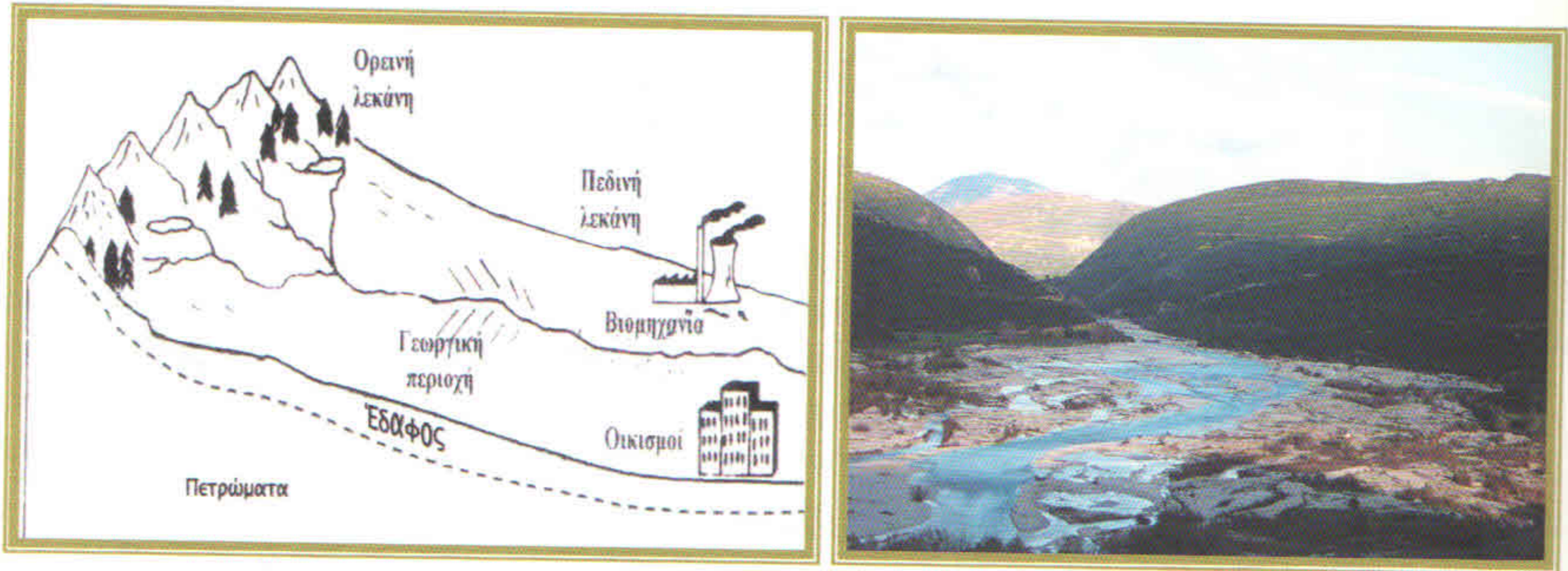
Ακόμα, η ανομοιόμορφη κατανομή του νερού στο χώρο και το χρόνο σ’ εκτεταμένες περιοχές, συμβάλλει ολοένα στην κρίση που αντιμετωπίζουμε. Η ρύπανση του νερού και η συνεχώς μεγαλύτερη “αφαίμαξη” του από το φυσικό περιβάλλον, επιδεινώνουν ακόμα περισσότερο την κρίση στα φυσικά οικοσυστήματα και δημιουργούν σοβαρά προβλήματα στην επιβίωσή τους.

Τα προβλήματα του νερού που αναφέρθηκαν παραπάνω, πλήττουν βέβαια και τη χώρα μας με σοβαρές επιπτώσεις σε όλους τους παραγωγικούς και αναπτυξιακούς τομείς. Συνεπώς η ορθολογική διαχείριση των υδατικών μας πόρων και ειδικότερα σε επίπεδο λεκάνης απορροής είναι επιτακτική ανάγκη. Όμως, κάθε λεκάνη απορροής έχει και το ορεινό της τμήμα, το οποίο για όλες μαζί ανέρχεται περίπου στα δύο τρίτα της έκτασης της χώρας. Από το τμήμα αυτό, προέρχεται ο μεγαλύτερος όγκος νερού της χώρας, αφού εκεί πέφτουν οι περισσότερες βροχές. Επιπλέον, το δάσος και η δασική βλάστηση καλύπτουν σημαντικό ποσοστό από το ορεινό τμήμα των λεκανών και επηρεάζουν σημαντικά τόσο τα χαρακτηριστικά του νερού των υδατορευμάτων, όσο και την ποσότητα των φερτών υλών. Κατά συνέπεια η αλληλεπίδραση δάσους, εδάφους και νερού αποτελεί αναπόσπαστο κρίκο της αλυσίδας διαχείρισης των υδατικών πόρων. Με αυτά τα δεδομένα, αλλά και στα πλαίσια του διεθνούς έτους “γλυκού νερού”, όπως έχει ορισθεί το 2003 από τον ΟΗΕ, σκοπός της παρούσας έκδοσης είναι τόσο η περιληπτική παρουσίαση των σχέσεων δάσους, εδάφους και νερού, όσο και οι επιδράσεις των ορεινών υδρονομικών έργων της Δασικής Υπηρεσίας στην ανόρθωση των υποβαθμισμένων λεκανών απορροής και στην εξομάλυνση των προβλημάτων του νερού στη χώρα μας γενικότερα.

Φ. Χατζημιχάλης
Υφυπουργός Γεωργίας

1. Η λεκάνη απορροής και η διαχείριση των φυσικών της πόρων

"Λεκάνη απορροής" καλείται μια περιοχή που διασχίζεται από ένα δίκτυο υδατορευμάτων και έχει ευκρινή τοπογραφικά όρια. Συχνά η λεκάνη απορροής καλείται και "λεκάνη ποταμού". Οι δύο έννοιες είναι όμοιες, αλλά η λεκάνη ποταμού είναι γενικά μεγαλύτερη (Σχήμα 1). Κάθε περιοχή της γης αποτελεί μέρος κάποιας λεκάνης απορροής.



Σχήμα 1: Η συνολική λεκάνη απορροής ενός υδατορεύματος αποτελεί ιδανική μονάδα ορθολογικής διαχείρισης των φυσικών της πόρων

Εικόνα 1: Ορεινή λεκάνη απορροής Ευήνου ποταμού.

Η λεκάνη απορροής έχει συγκεκριμένα φυσικά, υδρολογικά, βιολογικά και κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά και αποτελεί μια ιδανική μονάδα για το σχεδιασμό ορθολογικής ή αειφορικής διαχείρισης του νερού και των υπολοίπων φυσικών της πόρων.

Η ελαχιστοποίηση των δυσμενών επιπτώσεων στους φυσικούς πόρους μιας λεκάνης απορροής και κυρίως στο νερό και το έδαφος, είναι βασικός παράγοντας για την σύνταξη του σχεδίου διαχείρισης αυτής. Επιπλέον, η έννοια της "διαχείρισης της λεκάνης απορροής" επηρεάζεται σοβαρά από την αλληλεξάρτηση της βλάστησης - χρήσης γης, εδάφους και νερού, καθώς και από τις επιδράσεις που έχουν στην πεδινή λεκάνη οι δραστηριότητες στο αντίστοιχο ορεινό της τμήμα (Εικόνα 1).

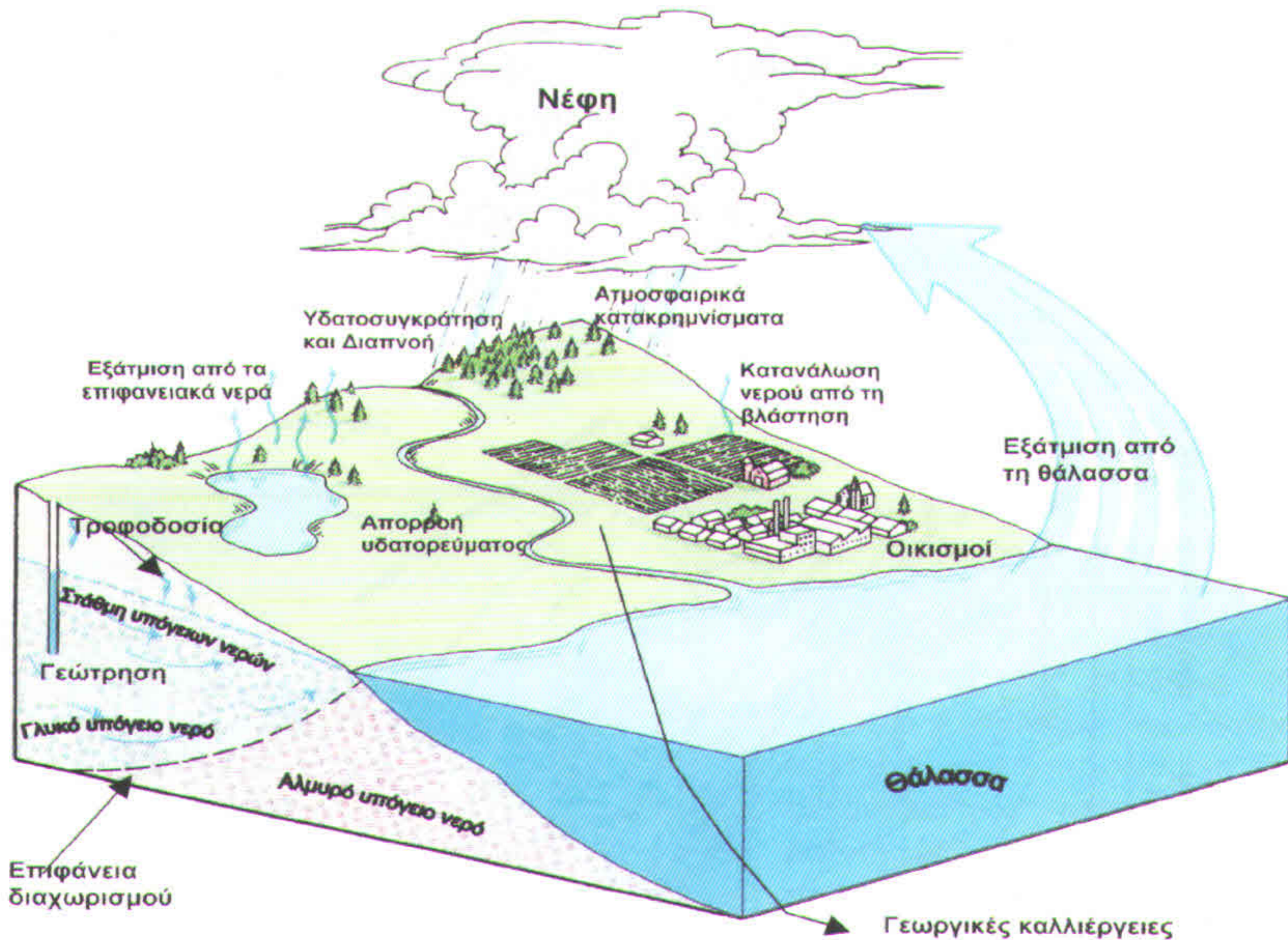
2. Ο υδρολογικός κύκλος και η σημασία του

Η μελέτη των υδατικών πόρων μιας περιοχής είναι πιο αποτελεσματική όταν γνωρίζουμε και κατανοούμε καλύτερα τις διάφορες φάσεις του υδρολογικού της κύκλου. Με τον όρο, "υδρολογικός κύκλος" εννοούμε τη συνεχή και αέναη κίνηση του νερού υπό αέρια, υγρή, ή στερεά μορφή από τη γη προς την ατμόσφαιρα και αντίστροφα. Οι διάφορες φάσεις του υδρολογικού κύκλου μιας δασωμένης περιοχής απεικονίζονται στην Εικόνα 2.

Ο υδρολογικός κύκλος μπορεί να αναφέρεται στη συνολική ποσότητα νερού του πλανήτη μας ή να περιορίζεται σε μια μικρότερη περιοχή, όπως είναι η υδρολογική λεκάνη. Στην περίπτωση αυτή ο υδρολογικός κύκλος "αντικαθίσταται" από την εξίσωση του υδρολογικού ισοζυγίου της λεκάνης. Η "επίλυση" της εξίσωσης αυτής με διάφορες μεθόδους μπορεί να ποσοτικοποιήσει τις άγνωστες παραμέτρους της.

Οι δυνάμεις που ενεργοποιούν τον υδρολογικό κύκλο είναι η θερμότητα από τον ήλιο και η έλξη της βαρύτητας. Το νερό εξατμίζεται από το υγρό έδαφος, την επιφάνεια και το εσωτερικό των φύλλων των δένδρων (διαπνοή), τα ποτάμια, τις λίμνες και τις θάλασσες και μεταφέρεται στην ατμόσφαιρα υπό μορφή υδρατμών. Αυτοί ψύχονται, συμπυκνώνονται και στη συνέχεια

πέφτουν στην επιφάνεια της γης υπό μορφή βροχής ή χιονιού. Σε δασωμένες περιοχές, μέρος της βροχής ή του χιονιού συγκρατείται πριν φθάσει στην επιφάνεια του εδάφους από την κόμη



Εικόνα 2. Οι διάφορες φάσεις του υδρολογικού κύκλου

των δένδρων και εξατμίζεται (υδατοσυγκράτηση). Τα κατακρημνίσματα που φθάνουν στη γη τροφοδοτούν το έδαφος, τα ποτάμια, τις λίμνες και τις θάλασσες. Νέα εξάτμιση του νερού από τις υγρές επιφάνειες της γης συμβάλλει στο αέριο του υδρολογικού κύκλου.

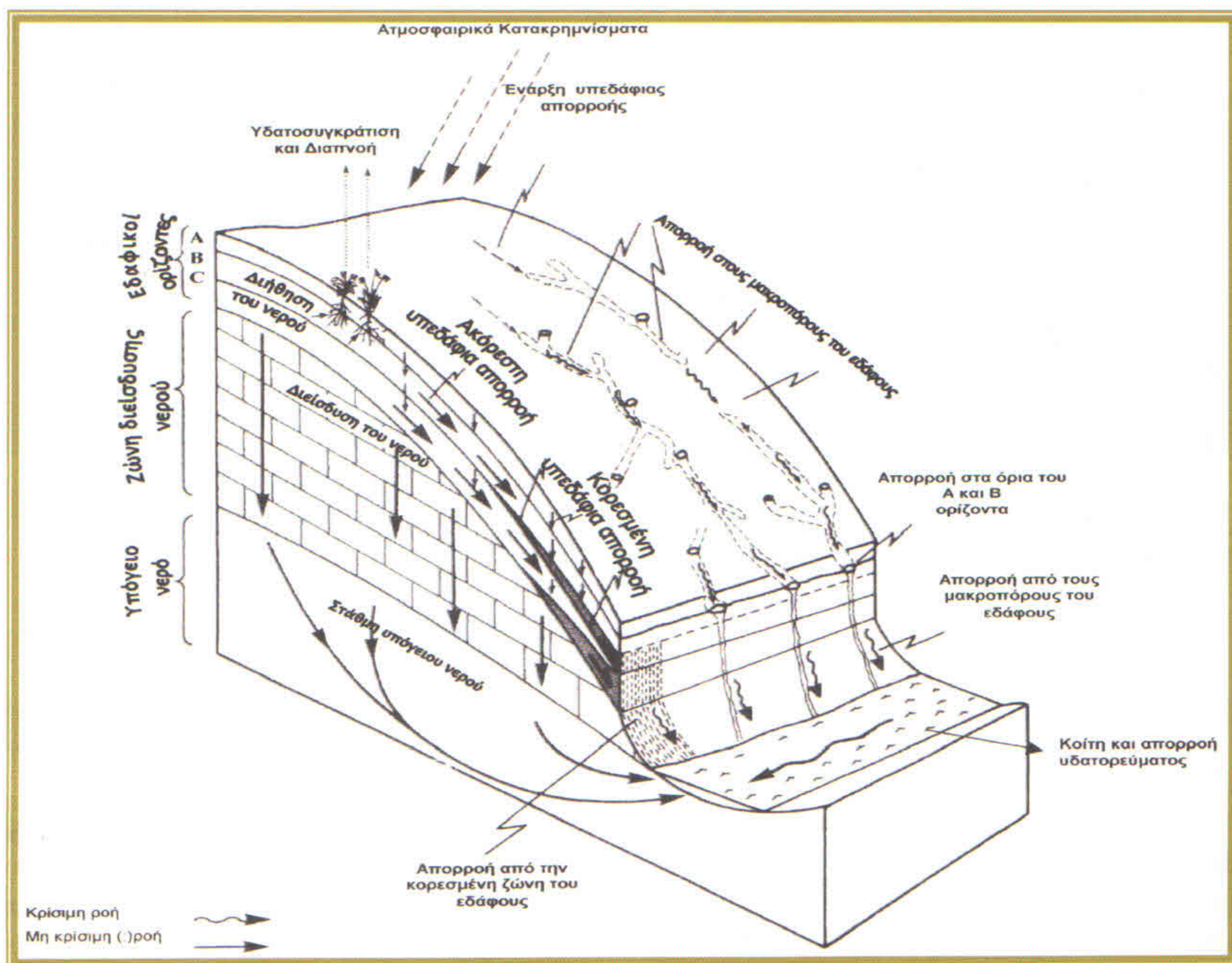
Ο υδρολογικός κύκλος με τη μετακίνηση τεράστιων ποσοτήτων νερού στον πλανήτη μας, συμβάλλει στην επιβίωση κάθε μορφής ζωής σ' αυτόν. Μερικές από τις μετακινήσεις αυτές είναι σχετικά γρήγορες και άλλες ιδιαίτερα βραδείες. Για παράδειγμα, οι υδρατμοί που αντιστοιχούν σε μία σταγόνα βροχής μπορεί να παραμείνουν στην ατμόσφαιρα έως και οκτώ ημέρες και μία σταγόνα βροχής σε ένα από τα μεγαλύτερα ποτάμια της γης έως και δεκαέξι ημέρες. Αντίθετα, η ανανέωση του νερού των παγετώνων χρειάζεται αρκετούς αιώνες και εκείνη των βαθιών υπόγειων νερών, αρκετές χιλιάδες χρόνια.

Οι ανθρώπινες δραστηριότητες επιφέρουν σημαντικές μεταβολές στις διάφορες φάσεις του υδρολογικού κύκλου ή του υδρολογικού ισοζυγίου μιας λεκάνης απορροής και ρυπαίνουν τα επιφανειακά και υπόγεια νερά. Για παράδειγμα, η αποψιλωτική υλοτομία των δασών σε εκτεταμένες περιοχές ή η καταστροφή τους από πυρκαγιές, καθώς και οι αλλαγές χρήσεων γης, η αστικοποίηση και τσιμεντοποίηση περιοχών, η κατασκευή φραγμάτων και η δημιουργία ταμιευτήρων, η κατασκευή καναλιών μεταφοράς νερού, οι αρδεύσεις, οι στραγγίσεις, κ.λ.π., μεταβάλλουν το υδρολογικό ισοζύγιο των περιοχών που εφαρμόζονται. Οι μεταβολές στον υδρολογικό κύκλο είναι ιδιαίτερα εμφανείς όταν γίνονται επεμβάσεις και παρεμβάσεις στη δασική βλάστηση και στο έδαφος των λεκανών απορροής.

Επομένως, η γνώση των σχέσεων δάσους, εδάφους και νερού είναι απόλυτα αναγκαία ώστε οι επεμβάσεις να γίνονται για τη βελτίωση αυτής της σχέσης ή την εξομάλυνσή της, εάν αυτή έχει διαταραχθεί.

3. Επίδραση του δάσους στην απορροή και στην προστασία του εδάφους

Το νερό "παράγεται" στην κυριολεξία από τις υδρολογικές λεκάνες απορροής. "Σπόρος"



Σχήμα 2. Διεργασίες μετατροπής των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων σε απορροή

αυτής της παραγωγής είναι τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα και κυρίως η βροχή και το χιόνι που πέφτουν σ' αυτές.

Πρωταρχικής όμως σημασίας για την παραγωγή νερού στη χώρα μας, είναι το ορεινό τμήμα των λεκανών απορροής με τη φυσική του βλάστηση και κυρίως με το δάσος. Η μεγάλη σημασία των ορεινών λεκανών για την παραγωγή νερού οφείλεται τόσο στο μεγαλύτερο ύψος των κατακρημνισμάτων που δέχονται σε σχέση με τις αντίστοιχες πεδινές, όσο και στη μεγάλη έκταση που καταλαμβάνουν οι περιοχές αυτές. Ειδικότερα οι ορεινές και λοφώδεις εκτάσεις στη χώρα μας καταλαμβάνουν το 65% της συνολικής της έκτασης.

Η "παραγωγή νερού" όμως από μια ορεινή και δασωμένη λεκάνη απορροής δεν είναι μια απλή διαδικασία. Πιο συγκεκριμένα, από τη στιγμή που τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα πέφτουν στην επιφάνεια της λεκάνης μέχρι τη μετατροπή τους σε νερό (απορροή) στην κοίτη των υδατορευμάτων, λαμβάνουν χώρα ποικίλες και πολύπλοκες διεργασίες. Αυτές οφείλονται τόσο στα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα όσο και στη βλάστηση, στο έδαφος, στα πετρώματα και στη γεωμορφολογία – τοπογραφία της λεκάνης (Σχήμα 2).

Η ύπαρξη του δάσους όμως και η κατάσταση του εδάφους μιας ορεινής λεκάνης απορροής επηρεάζουν σημαντικά τόσο την ποσότητα και ποιότητα του νερού ενός υδατορεύματος σε κάθε

διατομή της κοίτης του, όσο και την κατανομή του στο χρόνο (διάρκεια απορροής, υψηλές και χαμηλές παροχές). Ακόμα και το έδαφος της λεκάνης απορροής επηρεάζεται πολύ από την ύπαρξη του δάσους (προστασία από τη διάβρωση, περιορισμός των επιφανειακών κατολισθήσεων και γεωκατακρημνίσεων). Η στενή αυτή σχέση δάσους, εδάφους και νερού δίνει τη δυνατότητα επέμβασης για την αποκατάσταση της ισορροπίας που έχει διαταραχθεί, ή για την ακόμα καλύτερη βελτίωση της ήδη υπάρχουσας σχέσης προς όφελος του ανθρώπου και του περιβάλλοντος. Στα επόμενα κεφάλαια περιγράφονται αναλυτικότερα οι σχέσεις δάσους, εδάφους και νερού, καθώς και οι επεμβάσεις που έκανε και κάνει η Δασική Υπηρεσία στη χώρα μας για την αποκατάσταση των υποβαθμισμένων λεκανών απορροής και την άμβλυση των προβλημάτων του νερού γενικότερα.

3.1 Επίδραση του δάσους στα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα και μέτρηση αυτών σε ορεινές περιοχές



Εικόνα 3. Ιδανικές συνθήκες για δημιουργία ομιχλοβροχής σε δάσος οξυάς της ΒΑ Όσσας.



Εικόνα 4. Μέτρηση διαπερώσας βροχής σε συστάδα δρυός. Η υδατοσυγκράτηση ισούται με τη διαφορά συνολικής και διαπερώσας βροχής

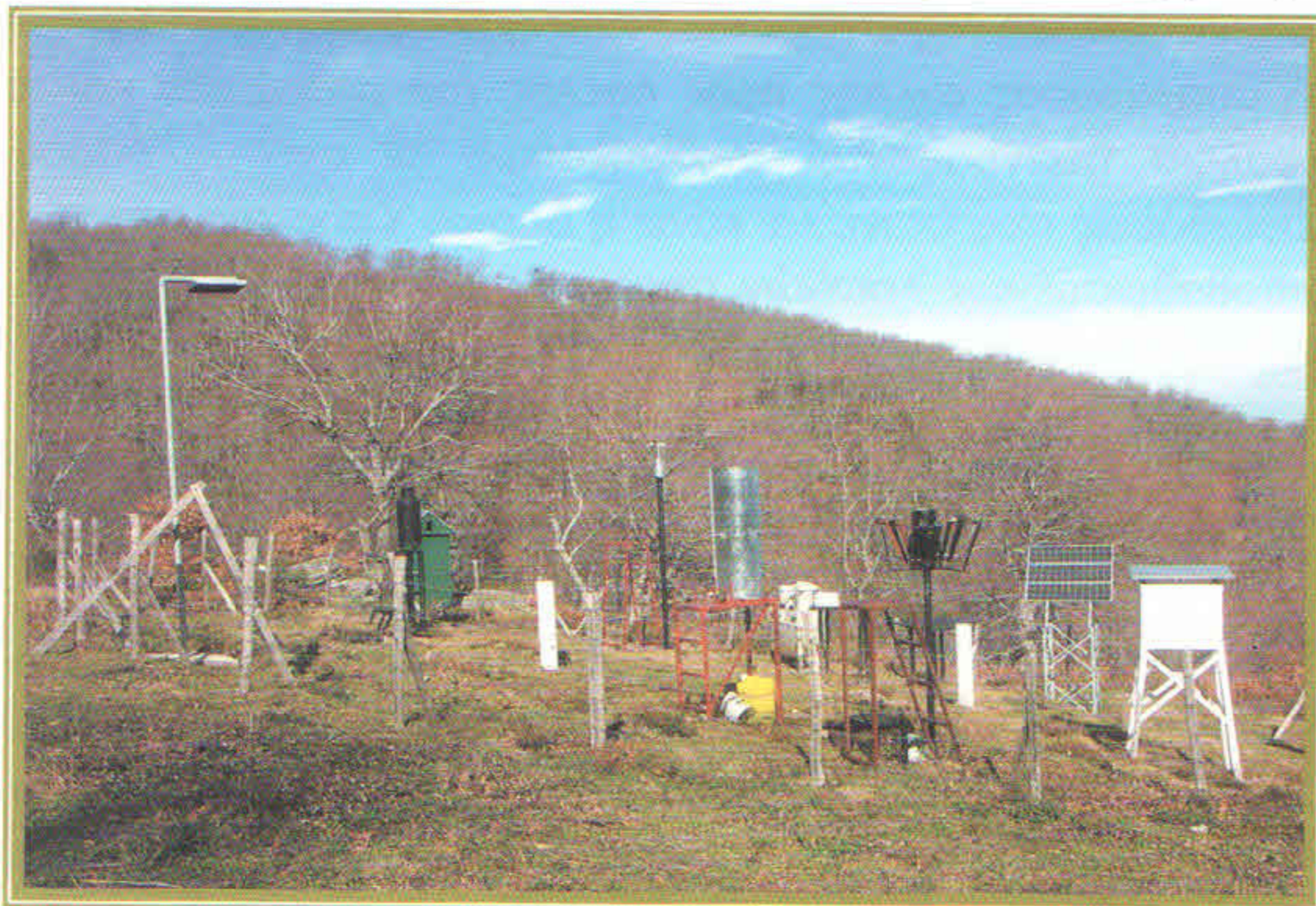
Τα ετήσια ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα μιας περιοχής καθορίζονται κυρίως από τις κλιματικές, γεωμορφολογικές και τοπογραφικές της συνθήκες. Κατά συνέπεια η επίδραση του δάσους σ' αυτά είναι γενικά περιορισμένη. Όμως ο συνδυασμός πλούσιας δασικής βλάστησης και υψηλών βροχοπτώσεων σε πολλές περιοχές, ενισχύουν την άποψη ότι η ύπαρξη του δάσους αυξάνει τις βροχές και η υποβάθμιση ή η καταστροφή του τις μειώνει. Η πραγματικότητα όμως είναι ότι το δάσος είναι γενικά το αποτέλεσμα και όχι το αίτιο των βροχών.

Ο παραπάνω γενικός κανόνας της σχέσης δάσους και βροχής δεν μπορεί βέβαια να αποκλείσει και ορισμένες περιπτώσεις μερικής επίδρασης αυτού στο ύψος των βροχών. Για παράδειγμα, η ύπαρξη των δένδρων συμβάλλει στην ανύψωση των αέριων μαζών κατά 25-30 μέτρα από την επιφάνεια του εδάφους και στην αύξηση έτσι των ετήσιων κατακρημνισμάτων κατά 2-3%. Επίσης είναι σημαντική και η συμβολή του δάσους στη δημιουργία ομιχλοβροχής σε περιοχές όπου επικρατούν οι κατάλληλες καιρικές

συνθήκες (Εικόνα 3). Ειδικότερα, το είδος αυτό της βροχής δημιουργείται όταν η ομίχλη "προσκρούει" στην κόμη των δένδρων και συμπυκνώνεται. Στη συνέχεια υπό μορφή σταγόνων βροχής φθάνει στην επιφάνεια του εδάφους και αυξάνει την απορροή της λεκάνης. Μετρήσεις της

βροχής εκτός και εντός δάσους ελάτης και οξυάς στην Ευρυτανία και Όσσα αντίστοιχα τα τελευταία χρόνια, δείχνουν πως το είδος αυτό της βροχής ανέρχεται ετησίως τουλάχιστον στο 15-16 % εκείνης που πέφτει εκτός του δάσους.

Επισημαίνεται ακόμα πως σημαντική είναι και η μεταβολή της βροχής από το δάσος πριν



Εικόνα 5. Μετεωρολογικός σταθμός πλήρως εξοπλισμένος σε δάσος οξυάς της ΒΑ Όσσας (Το βροχόμετρο στο κέντρο έχει ύψος και διάμετρο στομίου 1,30 και 0,43m αντίστοιχα για να μην υπερχειλίζει κατά τη διάρκεια του χειμώνα).

την άφιξή της στο έδαφος. Ειδικότερα τα πλατύφυλλα και κωνοφόρα δένδρα συγκρατούν στην κόμη τους το 15-20% και το 25-35% αντίστοιχα των ετήσιων κατακρημνισμάτων (Εικόνα4). Στη συνέχεια το νερό αυτό εξατμίζεται. Η παραπάνω μεταβολή συμβάλλει στην μείωση της βροχής που φθάνει στην επιφάνεια του εδάφους διαμέσου της κόμης των δένδρων και κατά μήκος του κορμού τους. Στη συνέχεια από το νερό του εδάφους (υγρασία) και διαμέσου των φύλλων των δένδρων εξατμίζεται μία σημαντική ποσότητα κατά τη διάρκεια των λειτουργικών τους διεργασιών (διαπνοή). Η μείωση όμως του νερού από μια δασωμένη περιοχή λόγω υδατοσυγκράτησης και διαπνοής, δε θα μπορούσε να θεωρηθεί ως απώλεια, αφού είναι αναγκαία για τη λειτουργία και επιβίωση του οικοσυστήματος.



Εικόνα 6. Λειτουργία βροχομέτρου επιφάνειας εδάφους για την εκτίμηση του σφάλματος μέτρησης της βροχής σε διαφορετικό ύψος.

Η Δασική Υπηρεσία, αναγνωρίζοντας τη μεγάλη σημασία των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων ορεινών περιοχών σε κάθε αναπτυξιακή δραστηριότητα της χώρας και το πόσο μεγάλης σημασίας είναι η εξομάλυνση των επιπτώσεων από πλημμύρες και άλλα ακραία καιρικά φαινόμενα, εγκατέστησε πριν πολλά χρόνια ένα μεγάλο αριθμό σταθμών για τη μέτρησή τους. Μερικοί από αυτούς λειτουργούν για διάστημα μεγαλύτερο από σαράντα χρόνια και σε μεγάλα σχετικά υψόμετρα (Πίνακας 1).

Η ακριβής όμως μέτρηση των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων στις ορεινές περιοχές επιτυγχάνεται με μεγάλη προσπάθεια λόγω των αντίξωων συνθηκών. Έτσι θα πρέπει να βρεθεί τρόπος να απομονωθεί η επίδραση του ανέμου, η έντονη τοπογραφία των θέσεων, οι χαμηλές και υψηλές θερμοκρασίες, το ύψος χιονιού και οι δυσκολίες προσπέλασης των σταθμών το χειμώνα, για ανάγνωση και επιδιόρθωση των οργάνων. Για το λόγο αυτό, σε πολλές περιπτώσεις έχουν εγκατασταθεί ειδικοί

των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων στις ορεινές περιοχές επιτυγχάνεται με μεγάλη προσπάθεια λόγω των αντίξωων συνθηκών. Έτσι θα πρέπει να βρεθεί τρόπος να απομονωθεί η επίδραση του ανέμου, η έντονη τοπογραφία των θέσεων, οι χαμηλές και υψηλές θερμοκρασίες, το ύψος χιονιού και οι δυσκολίες προσπέλασης των σταθμών το χειμώνα, για ανάγνωση και επιδιόρθωση των οργάνων. Για το λόγο αυτό, σε πολλές περιπτώσεις έχουν εγκατασταθεί ειδικοί

τύποι βροχομέτρων για να αντέχουν στις αντίξοες καιρικές συνθήκες και να ανταποκρίνονται στην ακριβέστερη μέτρηση των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων. Παραδείγματα σταθμών και οργάνων μέτρησης των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων παρουσιάζονται στις Εικόνες 5, 6 και 7.



Εικόνα 7. Βροχογράφοι και βροχόμετρο (μαύρο) συνολικής καταγραφής και χωρητικότητας 300, 750 και 1000 χιλιοστών αντίστοιχα.

α/α	Ονομασία θέσης	Νομός	Γεωγραφικές συντεταγμένες		Υψόμετρο	Περίοδος λειτουργίας			Παρατηρήσεις
			Γ. Μήκος	Γ. Πλάτος		Έναρξη	Λήξη	Συνέχιση	
1	ΑΓΑΘΩΝΑΣ	ΦΘΙΩΤΙΔΑΣ	22° 12' 09"	38° 52' 18"	520	1995		+	ΕΚΤΟΣ 1977
2	ΑΡΝΑΙΑ	ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ	23° 36' 09"	40° 29' 35"	560	1960		+	ΕΚΤΟΣ 1986-1994
3	ΑΡΤΕΜΙΣΙΑ	ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ	22° 14' 04"	37° 05' 49"	710	1960		+	ΕΚΤΟΣ 1987-1988, 1991-1994
4	ΑΣΠΡΟΠΟΤΑΜΟΣ	ΤΡΙΚΑΛΩΝ	21° 20' 25"	39° 38' 57"	1120	1960		+	ΕΚΤΟΣ 1987-1988, 1991-1994
5	ΒΑΜΒΑΚΟΥ	ΛΑΚΩΝΙΑΣ	22° 33' 17"	37° 14' 42"	970	1962		+	ΕΚΤΟΣ 1987-1988, 1991-1994
6	ΒΕΛΒΕΝΔΟΣ	ΚΟΖΑΝΗΣ	22° 05' 11"	40° 15' 11"	530	1960		+	ΕΚΤΟΣ 1977
7	ΓΑΛΑΤΣΙΔΕΣ	ΕΥΒΟΙΑΣ	23° 10' 12"	38° 53' 27"	500	1995		+	
8	ΔΑΔΙΑ	ΕΒΡΟΥ	26° 14' 10"	41° 08' 00"	70	1995		+	
9	ΕΡΥΜΑΝΘΟΣ	ΞΑΝΘΗΣ	24° 42' 50"	41° 20' 03"	1300	1995		+	
10	ΚΑΡΙΤΣΑ	ΛΑΡΙΣΗΣ	22° 45' 51"	39° 50' 42"	230	1995		+	
11	ΚΡΑΝΙΑ	ΓΡΕΒΕΝΩΝ	21° 17' 02"	39° 53' 51"	952	1961		+	
12	ΜΕΤΣΙΒΟ ²	ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ	21° 10' 35"	39° 47' 07"	1390	1961		+	ΕΚΤΟΣ 1977, 1994
13	ΞΥΛΟΣΚΑΛΟ	ΧΑΝΙΩΝ	23° 55' 02"	35° 18' 25"	1240	1995		+	ΕΚΤΟΣ 1987-1988, 1994
14	ΟΣΙΟΣ ΔΑΥΙΔ	ΕΥΒΟΙΑΣ	23° 16' 55"	38° 50' 48"	560	1995		+	
15	ΠΑΡΝΑΣΟΣ	ΦΩΚΙΔΑΣ	22° 22' 06"	38° 37' 50"	825	1995		+	
16	ΠΑΡΝΗΘΑ	ΑΤΤΙΚΗΣ	23° 43' 02"	38° 09' 24"	1050	1991		+	
17	ΣΚΑΜΝΕΛΙ	ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ	20° 51' 08"	39° 54' 50"	1170	1995		+	ΕΚΤΟΣ 1992-1994
18	ΣΤΑΥΡΟΣ	ΕΥΒΟΙΑΣ	23° 19' 22"	38° 47' 31"	310	1995		+	
19	ΦΟΥΡΝΑ	ΕΥΡΥΤΑΝΙΑΣ	21° 53' 16"	39° 03' 25"	1100	1960	2000	+	ΕΚΤΟΣ 1987-1988, 1994
20	ΧΡΥΣΟΠΗΓΗ	ΣΕΡΡΩΝ	23° 33' 30"	41° 09' 52"	605	1960		+	ΕΚΤΟΣ 1977
21	ΠΟΥΡΝΟΣΚΑΛΑ ΒΑΡΕΤΑΔΑΣ	ΑΙΤΩΛΟΑΚΑΡΝΑΝΙΑΣ	21° 18' 29"	38° 50' 41"	360	1971		+	
22	ΑΓΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ	ΕΥΡΥΤΑΝΙΑΣ	21° 52' 09"	38° 53' 21"	1120	1970		+	
23	ΑΓΙΑ ΤΡΙΑΔΑ ΚΑΡΙΤΣΑΣ	ΛΑΡΙΣΗΣ	22° 46' 13"	39° 50' 23"	350	1978		+	
24	ΑΓΙΑ	ΛΑΡΙΣΗΣ	22° 26'	39° 43'	180	1962	1993		ΕΚΤΟΣ 1987-1989
25	ΑΓΡΙΟΒΟΤΑΝΟ	ΕΥΒΟΙΑΣ	23° 18' 13"	39° 01' 25"	140	1962	1995		ΕΚΤΟΣ 1987-1989, 1994
26	ΑΜΟΥΡΙ	ΦΘΙΩΤΙΔΑΣ	22° 22'	38° 54'	50	1964	1993		ΕΚΤΟΣ 1987-1988, 1990
27	ΑΝΔΡΙΤΣΑΙΝΑ	ΗΛΕΙΑΣ	21° 54' 40"	37° 29' 00"	780	1964	1990		ΕΚΤΟΣ 1987-1988
28	ΓΡΑΝΙΤΗΣ	ΞΑΝΘΗΣ	23° 55'	41° 16'	820	1960	1968		
29	ΕΧΙΝΟΣ	ΞΑΝΘΗΣ	24° 59'	41° 17'	350	1964	1995		ΕΚΤΟΣ 1965-1972, 1977
30	ΘΕΡΜΗ (ΣΕΔΕΣ)	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	22° 58'	40° 35'	10	1970	1995		ΕΚΤΟΣ 1977
31	ΚΑΣΑΝΔΑΡΑ	ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ	23° 25'	40° 03'	50	1974	1995		ΕΚΤΟΣ 1977
32	ΚΗΠΟΙ	ΕΒΡΟΥ	26° 38' 19"	39° 51' 53"	910	1961	1964		
33	ΛΑΧΑΝΑΣ	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	23° 14'	40° 56'	634	1961	1995		ΕΚΤΟΣ 1966-1969, 1977
34	ΛΕΙΒΑΔΙΤΗΣ	ΞΑΝΘΗΣ	24° 41'	41° 19'	1240	1964	1992		ΕΚΤΟΣ 1966, 1977
35	ΝΕΣΤΟΡΙΟ	ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ	21° 04'	40° 25'	950	1961	1995		ΕΚΤΟΣ 1977
36	ΠΕΥΚΟΦΥΤΟ	ΚΑΡΔΙΤΣΑ	21° 37'	39° 23'	690	1960	1993		ΕΚΤΟΣ 1987-1988
37	ΠΡΑΜΑΝΤΑ	ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ	21° 06' 32"	39° 31' 28"	835	1962	1993		ΕΚΤΟΣ 1987-1989
38	ΣΙΔΗΡΟΝΕΡΟ	ΔΡΑΜΑΣ	24° 17'	41° 26'	600	1972	1995		ΕΚΤΟΣ 1977
39	ΣΚΟΤΕΙΝΑ	ΠΙΕΡΙΑΣ	22° 15'	40° 10'	650	1960	1995		ΕΚΤΟΣ 1977
40	ΤΣΕΠΕΛΟΒΟ	ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ	20° 49'	39° 54'	1100	1971	1993		ΕΚΤΟΣ 1987-1988

1. Ινστιτούτο Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων & Τεχνολογίας Δασικών Προϊόντων
 2. Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών Θεσσαλονίκης

3. Πριν το 1992 ο σταθμός λειτουργούσε με τις εξής γεωγραφικές συντεταγμένες: Γ μήκος 21° 1' 02" και Γ πλάτος 30° 46' 13", και σε υψόμετρο: 1150μ
 1-20 Αυτάματα μετεωρολογικοί σταθμοί που λειτουργούν μέχρι και σήμερα εκτός του σταθμού του Φουρνά Ευρυτανίας
 21-23 Μετεωρολογικοί σταθμοί με αυτόματα και συμβατικά όργανα
 24-40 Μετεωρολογικοί σταθμοί με συμβατικά όργανα των οποίων η λειτουργία έχει σταματήσει

Πίνακας 1. Θέσεις εγκατάστασης και χαρακτηριστικά μετεωρολογικών σταθμών του Ι.Μ.Δ.Ο.&Τ.Δ.Π.¹ καθώς και του Ι.Δ.Ε.Θ.²

3.2 Επίδραση του δάσους στην ποσότητα της απορροής των υδρολογικών λεκανών

Από τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα που πέφτουν σε μία υδρολογική λεκάνη, μόνο ένα μέρος μετατρέπεται σε απορροή στην κοίτη των υδατορευμάτων της. Η μετατροπή αυτή, όπως αναφέρθηκε, επιτυγχάνεται μετά από πληθώρα διεργασιών μεταξύ των κατακρημνισμάτων, του εδάφους και των πετρωμάτων της λεκάνης. Οι διεργασίες μετατροπής είναι ιδιαίτερα πολύπλοκες σε δασωμένες λεκάνες.

Το μέγεθος της απορροής μιας δασωμένης λεκάνης μπορεί να εκτιμηθεί από την απλοποιημένη σχέση του υδρολογικού της ισοζυγίου ως εξής:

$$\text{Απορροή} = \text{Κατακρημνίσματα} - (\text{Υδατοσυγκράτηση} + \text{Διαπνοή})$$



Εικόνα 8. Η υποβάθμιση της βλάστησης μιας λεκάνης απορροής από υπερβόσκηση συμβάλλει στην αύξηση της απορροής, αλλά και των φερτών υλών από τη διάβρωση του εδάφους.

Η εξίσωση αυτή ισχύει υπό την προϋπόθεση ότι η υγρασία του εδάφους και τα υπόγεια νερά της λεκάνης, παραμένουν σε ετήσια βάση, πρακτικά σταθερά. Από τη σχέση αυτή διαπιστώνεται επίσης πως όσο αυξάνεται η βλάστηση της λεκάνης τόσο μειώνεται η απορροή της και αντίστροφα (Εικόνα 8). Στην αλληλεπίδραση δάσους και απορροής στηρίζεται η διαχείριση της δασικής βλάστησης μιας λεκάνης για αύξηση της απορροής της.

Σύμφωνα με τα παραπάνω και σε θεωρητική πάντοτε βάση, η αποψιλωτική υλοτομία μιας δασωμένης λεκάνης συμβάλλει στη μέγιστη δυνατή αύξηση της απορροής της. Αυτή παρατηρείται

την πρώτη χρονιά μετά τις επεμβάσεις. Στη συνέχεια, καθώς η βλάστηση αποκαθιστάται, η απορροή μειώνεται βαθμιαία και τελικά και οι δύο παράμετροι επανέρχονται στην αρχική τους κατάσταση πριν τις επεμβάσεις. Είναι βέβαια φανερό πως αφαίρεση μικρότερου ποσοστού ξυλώδους όγκου συμβάλλει σε μικρότερη αύξηση της απορροής, χωρίς η σχέση των δύο παραμέτρων να είναι γραμμική.

Είναι επίσης φανερό πως αναδάσωση μιας λεκάνης απορροής με αρχική βλάστηση ποώδους ή θαμνώδους μορφής, μειώνει σημαντικά την απορροή της. Οι σχέσεις αυτές δάσους και νερού εξετάζονται ιδιαίτερα από τεχνικούς υδρολόγους, που καθορίζουν τις χρήσεις νερού μεγάλων λεκανών και κυρίως για ύδρευση, παραγωγή ενέργειας κλπ. Οι τεχνικοί αυτοί επιδιώκουν την όσο το δυνατόν μεγαλύτερη παραγωγή νερού από τις λεκάνες. Κατά συνέπεια, η παραγωγή δασικών προϊόντων και νερού από μία υδρολογική λεκάνη είναι ένα λεπτό θέμα και απαιτεί λεπτομερή ανάλυση για τη λήψη σωστών αποφάσεων.

Η αύξηση της απορροής δασωμένων περιοχών μετά τη μείωση της βλάστησης, αλλά και το αντίστροφο, έχει καταδειχθεί από πολύχρονες έρευνες που έγιναν σε πειραματικές υδρολογικές λεκάνες σε διάφορες χώρες ανά τον κόσμο. Παρόμοιες έρευνες γίνονται και στη χώρα μας από τις αρχές της δεκαετίας του 1970. Πιο συγκεκριμένα, η Δασική Υπηρεσία δια του Ινστιτούτου Δασικών Ερευνών Αθηνών και τη συνδρομή του FAO, εγκατέστησε μεταξύ 1969-1974 ένδεκα (11) πειραματικές λεκάνες απορροής σε τρεις διαφορετικές φυσιογραφικές περιοχές της χώρας, που καλύπτουν ολόκληρη τη ζώνη της Κεντρικής Ελλάδας από τα δυτικά προς τα ανατολικά

(Πίνακας 2). Στις λεκάνες αυτές γίνεται δασοϋδρολογική έρευνα και συνεπώς μετράται και η απορροή τους (Εικόνα 9).



Εικόνα 9. Υδρομετρικός σταθμός σε υδατόρευμα δάσους οξυάς της ΒΑ Όσσας.

καθώς και στην μεγαλύτερη πυκνότητα της βλάστησης. Οι μέσοι ετήσιοι συντελεστές απορροής για το δάσος ελάτης Αγ. Νικολάου Ευρυτανίας και οξυάς της ΒΑ Όσσας είναι 40% και 55% αντίστοιχα.

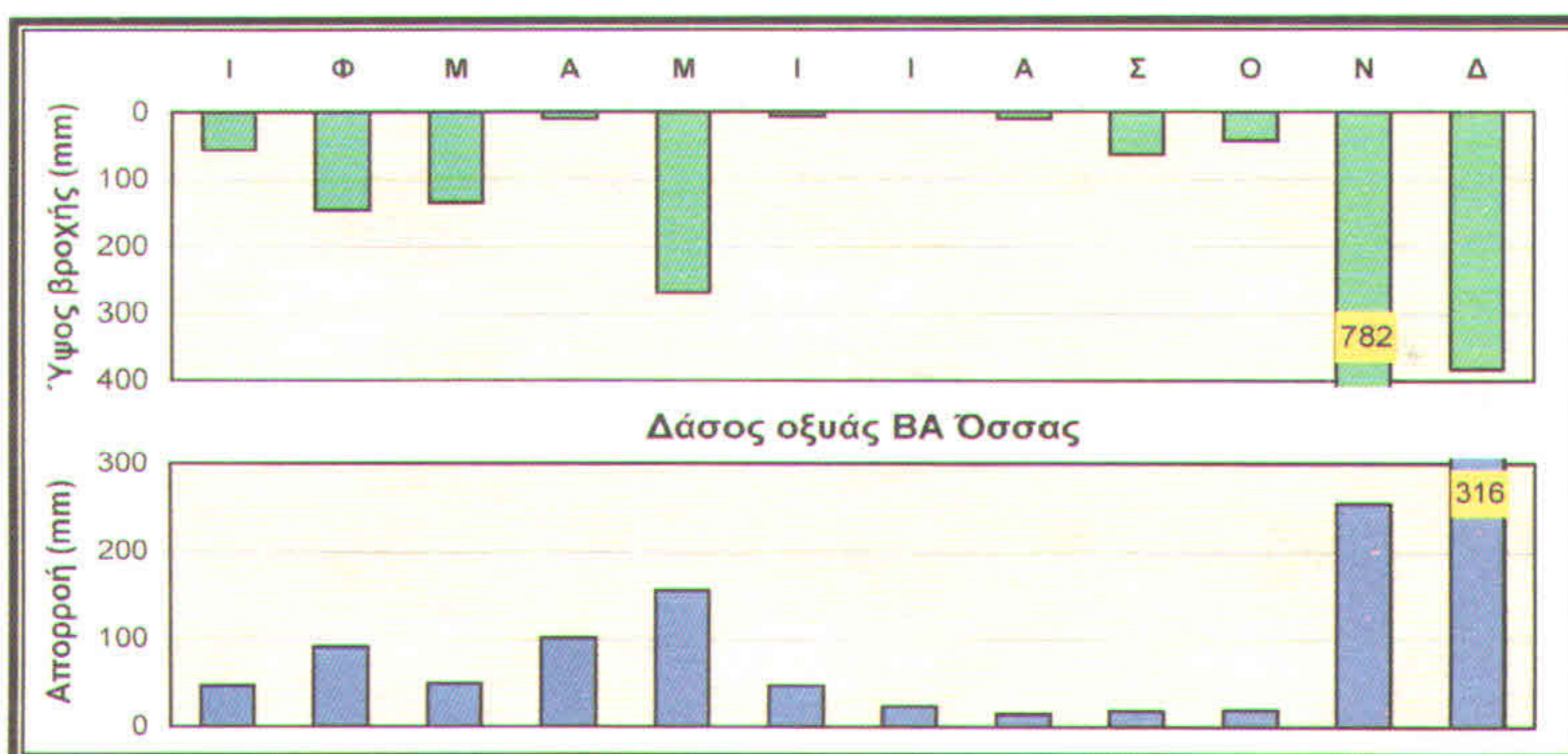
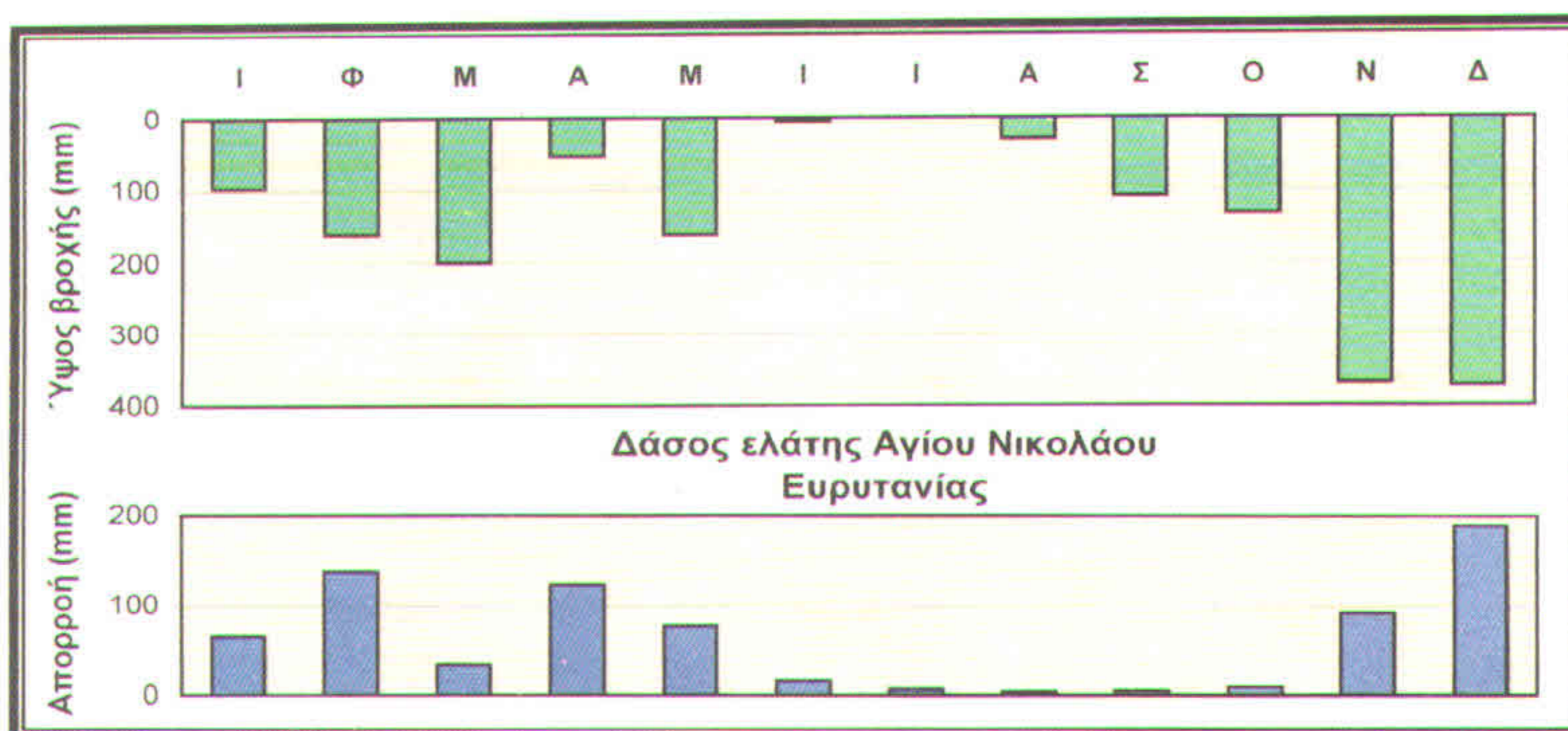
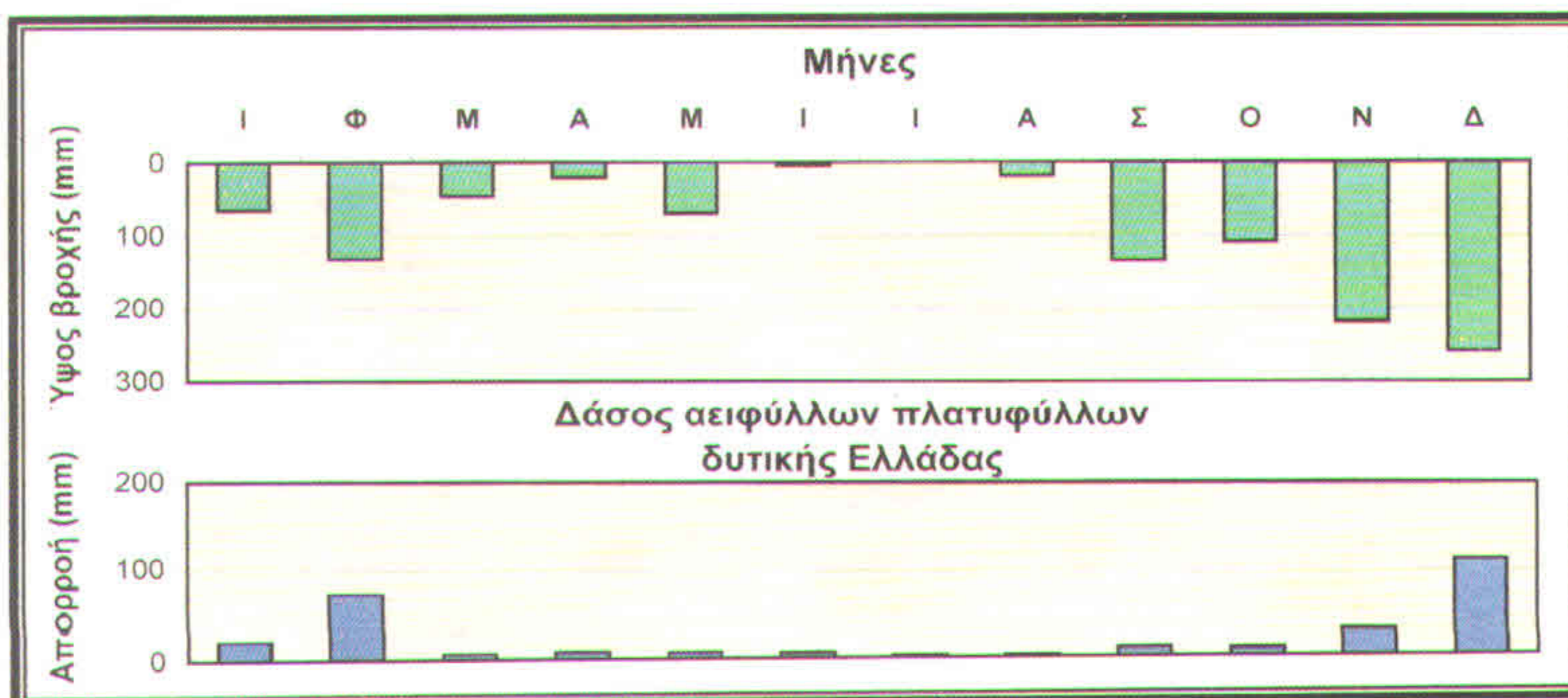
Βέβαια τα ποσοστά αυτά είναι μέσοι όροι πολλών ετών και προφανώς διαφέρουν από χρόνο σε χρόνο ανάλογα με το ύψος των κατακρημνισμάτων, την κατανομή τους στο χρόνο και άλλους μεταβλητούς παράγοντες. Διαφορές στην απορροή παρατηρούνται επίσης και από μήνα σε μήνα κάθε έτους. Οι μηνιαίες βροχές και απορροές για τα αείφυλλα πλατύφυλλα της Δυτικής Ελλάδας, την ελάτη Ευρυτανίας και την οξυά Όσσας, κατά το έτος 1998 απεικονίζονται στο Σχήμα 3.

Τα ετήσια μεγέθη της απορροής που αναφέρθηκαν για το δάσος οξυάς και ελάτης Όσσας

Περιοχή εγκατάστασης	A/A	Κωδικός αριθμός	Έκταση σε στρέμματα	Εύρος υψομέτρου (m)	Είδος πετρώματος	Είδος δασικής βλάστησης
Δυτική Ελλάδα, Βαρετάδα Αμφιλοχίας	1	ΣΤΓ-1Α	1860	350-630	Φλύσχης της Δυτικής Ελλάδας	Αείφυλλα πλατύφυλλα
	2	ΣΤΓ-1Δ	1170	360-660	>> >>	>> >>
	3	ΣΤΓ-5	1370	320-645	>> >>	>> >>
Κεντρική Ελλάδα, Άγιος Νικόλαος Ευρυτανίας	4	ΣΤΓ-5	1470	1080-1380	Φλύσχης της κεντρικής Ελλάδας	Ελάτη
	5	ΣΤΓ-7	1450	1100-1470	>> >>	>> >>
	6	ΣΤΓ-11	650	1000-1270	>> >>	>> >>
	7	ΣΤΓ-12	785	1000-1380	>> >>	>> >>
Ανατολική Ελλάδα, ΒΑ πλαγιά της Όσσας Λαρίσης	8	ΣΤΓ-11	2600	740-1420	Μεταμορφωσιγενές	Όξυά
	9	ΣΤΓ-1	220	10-200	>> >>	Αείφυλλα πλατύφυλλα
	10	ΣΤΓ-3Δ	165	10-220	>> >>	>> >>
	11	ΣΤΓ-3Α	185	10-250	>> >>	>> >>

Πίνακας 2. Χαρακτηριστικά των πειραματικών δασικών λεκανών απορροής στην Ελλάδα

και Ευρυτανίας αντίστοιχα, πρακτικά δεν επηρεάζονται από τις εξυγιαντικές - επιλογικές υλοτομίες που πραγματοποιούνται από τις τοπικές δασικές υπηρεσίες όπου αφαιρείται το 10-15% του ξυλώδους όγκου, σύμφωνα με τα ισχύοντα διαχειριστικά σχέδια και μελέτες. Μερικές μάλιστα χρονιές η απορροή μετά από τις υλοτομικές επεμβάσεις, τόσο στο δάσος οξυάς όσο και ελάτης, ήταν μικρότερη εκείνης που αναμενόταν χωρίς τις υλοτομίες.



Βροχές ■ Απορροές ■

Σχήμα 3. Μηνιαίες βροχές και απορροές δάσους με αειφύλλα πλατύφυλλα, ελάτη και οξυά στη Δυτική, Κεντρική και Ανατολική Ελλάδα, αντίστοιχα, κατά το έτος 1998

Οι λόγοι αυτής της ιδιομορφίας φαίνεται να οφείλονται:

- Στη μείωση του ποσοστού της ομιχλοβροχής μετά τις υλοτομίες, αφού αφαιρούνται σημαντικές επιφάνειες των δένδρων όπου προσκρούει η ομίχλη και υγροποιείται.
- Στην αύξηση της εξάτμισης της βροχής από την κόμη των δένδρων (υδατοσυγκράτηση) και την επιφάνεια του εδάφους, λόγω καλύτερης κυκλοφορίας του αέρα και διείδυσης της ακτινοβολίας στο δάσος.
- Στην αύξηση της διαπνοής των δένδρων που παραμένουν, αφού βελτιώνεται η ζωτικότητα και ο ρυθμός της ανάπτυξης, μετά την ελάττωση του ανταγωνισμού.

Η παραπάνω απόκριση των λεκανών απορροής οξυάς και ελάτης μετά τις υλοτομικές επεμβάσεις που ορίζουν τα διαχειριστικά σχέδια και οι μελέτες, ήταν αναμενόμενη. Και τούτο γιατί η αύξηση της απορροής από τη μείωση της βλάστησης σε μια υδρολογική λεκάνη αρχίζει όταν αφαιρείται τουλάχιστον το 20 – 25% του ξυλώδους όγκου της. Το όριο αυτό μείωσης της βλάστησης ισχύει εκεί όπου οι καιρικές συνθήκες δεν ευνοούν τη δημιουργία ομιχλοβροχής στις δασοσυστάδες. Στην αντίθετη περίπτωση, ενώ "κερδίζουμε" μετά την υλοτομία ένα ποσοστό βροχής από τη μείωση της υδατοσυγκράτησης και πιθανόν της διαπνοής, "χάνουμε" ίσο ή και μεγαλύτερο ποσοστό από την απώλεια της ομιχλοβροχής. Σε τέτοιες περιπτώσεις, είναι φανερό πως αύξηση της απορροής επιτυγχάνεται όταν αφαιρεθεί πολύ μεγαλύτερο ποσοστό ξυλώδους όγκου από τη λεκάνη απορροής. Σε μια τέτοια περίπτωση όμως προκύπτουν προφανώς διαχειριστικά, περιβαλλοντικά, οικολογικά, νομικά και πιθανόν και άλλης μορφής προβλήματα που καθιστούν την αύξηση της απορροής με ειδική διαχείριση της βλάστησης, πρακτικά ανέφικτη. Μία ειδική περίπτωση, όπου είναι πιθανόν να πραγματοποιηθεί τόσο ισχυρή διάσπαση της βλάστησης, για παραγωγή νερού, είναι οι λεκάνες απορροής πλησίον οικιστικών περιοχών που χρησιμοποιούνται για τις ανάγκες ύδρευσής τους.

Τελείως διαφορετικά όμως είναι τα αποτελέσματα σχετικά με την αύξηση της απορροής από τη διαχείριση των αειφύλλων πλατυφύλλων της Δυτικής Ελλάδας. Πιο συγκεκριμένα, μετά από ειδικό χειρισμό της βλάστησης πειραματικής υδρολογικής λεκάνης 137 ha από ερευνητή του Ι.Μ.Δ.Ο. & Τ.Δ.Π., προέκυψε αύξηση της απορροής την πρώτη χρονιά μετά την υλοτομία κατά 35% περίπου. Στη συνέχεια, η απορροή παρουσίασε βαθμιαία μείωση, ακολουθώντας την ανάπτυξη της βλάστησης. Ο χειρισμός αφορούσε στην παραγωγή ξυλανθράκων, βοσκήσιμης ύλης και νερού και απαιτεί προφανώς περαιτέρω μελέτη για τον εντοπισμό τυχόν επιπτώσεων πριν την επέκτασή του σε ευρύτερη περιοχή (Εικόνα 10).

Αύξηση της απορροής των ορεινών υδρολογικών λεκανών, εκτός από τη διαχείριση της



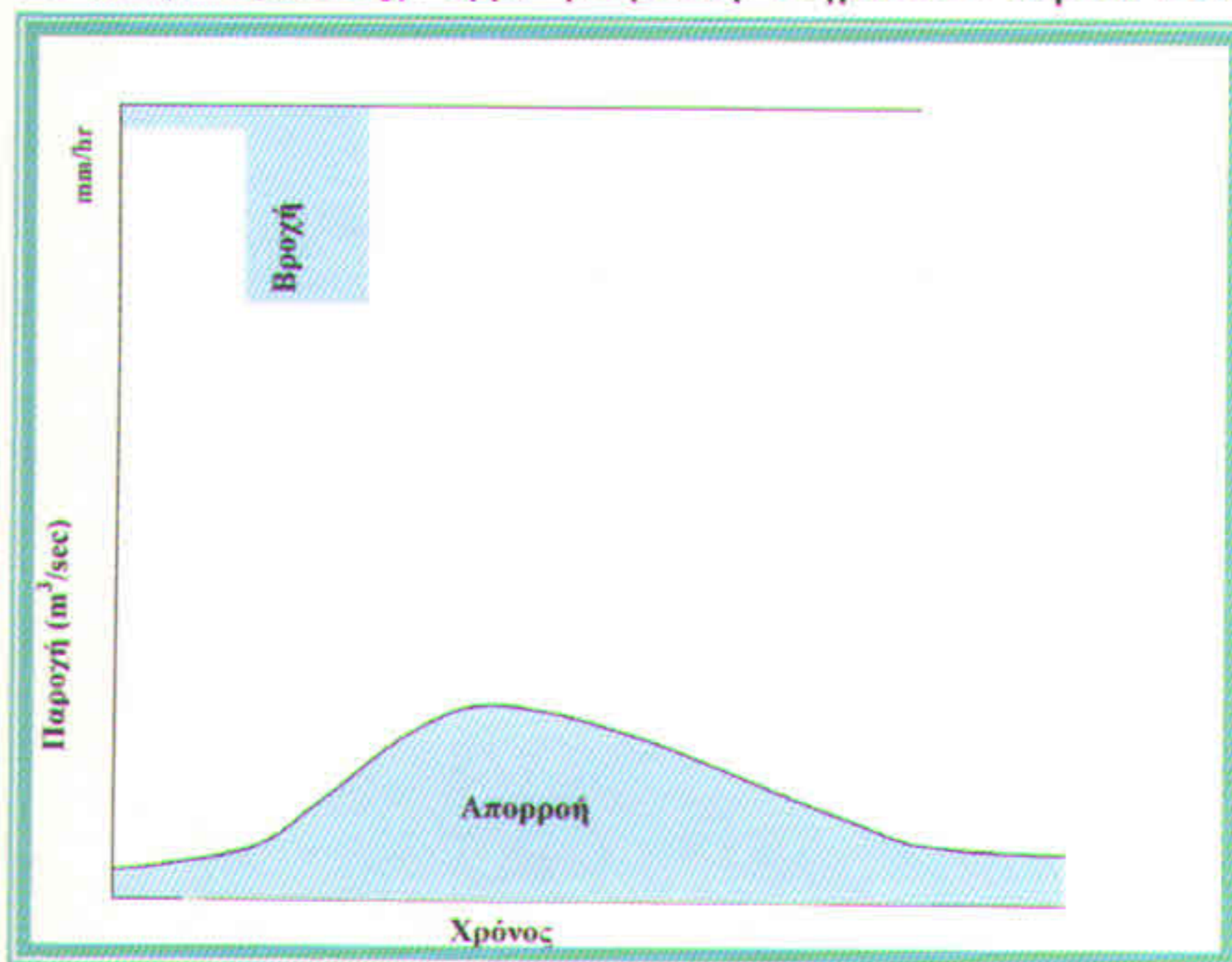
Εικόνα 10. Ξυλεία για παραγωγή ξυλανθράκων, προερχόμενη από ειδικό χειρισμό της βλάστησης αειφύλλων πλατυφύλλων πειραματικής λεκάνης απορροής

δασικής βλάστησης, μελετήθηκε και με το χειρισμό του χιονιού στις υπαλπικές και αλπικές περιοχές διαφόρων χωρών. Οι μελέτες αφορούσαν στην εγκατάσταση φρακτών στις περιοχές που αναφέρθηκαν, για τη μείωση της ταχύτητας του ανέμου και τη συσσώρευση έτσι μεγαλύτερου όγκου χιονιού στην υπήνεμη πλευρά τους. Συσσώρευση μεγαλύτερου όγκου χιονιού σε μια περιοχή σημαίνει προφανώς και αύξηση της απορροής της λεκάνης από την τήξη του. Στην αντίθετη περίπτωση, σε ανεμόπληκτες περιοχές οι χιονονιφάδες παρασύρονται από τον άνεμο και μετακινούμενες σχεδόν οριζόντια προς το έδαφος, εξαχνώνονται χωρίς ποτέ να πέσουν στην επιφάνειά του. Και η συγκεκριμένη όμως μέθοδος αύξησης της απορροής των υδρολογικών λεκανών φαίνεται πως δεν μπορεί να εφαρμοσθεί ευρέως.

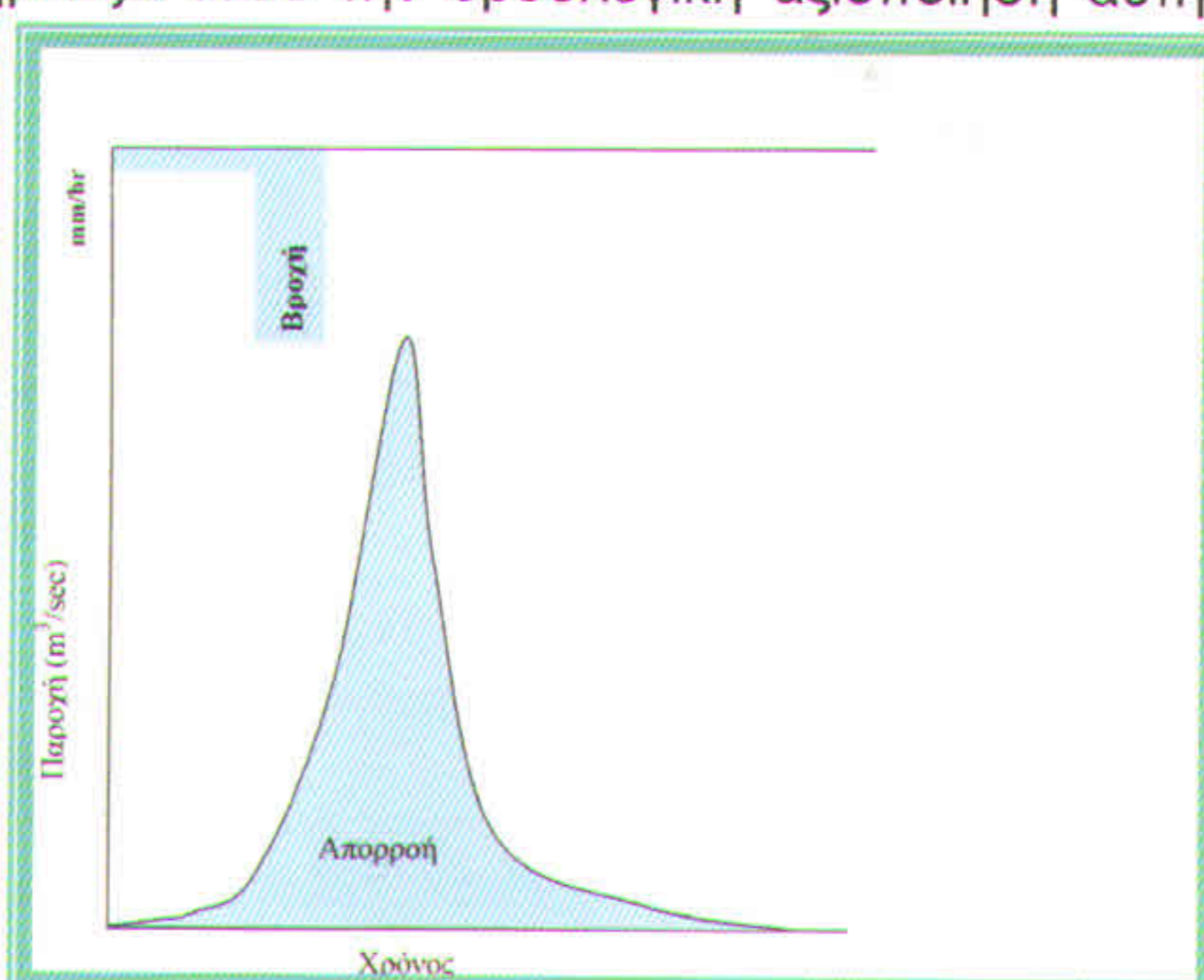
Μετά την παρουσίαση των παραπάνω πληροφοριών και στοιχείων από την Ελλάδα και άλλες χώρες, διαπιστώνεται πως η διαχείριση της βλάστησης των λεκανών για σημαντική αύξηση της απορροής τους, φαίνεται ότι δεν είναι εφαρμόσιμη σε κάθε περίπτωση. Το ίδιο ισχύει και για το χειρισμό του χιονιού. Όσον αφορά στη χώρα μας, τα υψηλά δάση όπου επικρατούν καιρικές συνθήκες που ευνοούν τη δημιουργία ομιχλοβροχής, δεν προσφέρονται για παραγωγή νερού αφού απαιτείται ισχυρή αραίωση της βλάστησης. Επομένως, τα δάση αυτά πιστεύουμε πως πρέπει να διαχειρίζονται για άλλους σκοπούς και όχι για την αύξηση της απορροής των λεκανών. Ειδικότερα η παραγωγή ξύλου και άλλων δασικών προϊόντων, η προστασία του εδάφους από τη διάβρωση, η ρύθμιση της δίαιτας των υδατορευμάτων, η βελτίωση της ποιότητας της απορροής, η περιβαλλοντική και οικολογική ισορροπία, η παροχή εργασίας στον ορεινό πληθυσμό κ.λ.π., είναι μερικές από τις χρήσεις των δασών αυτών που έχουν μεγαλύτερη σπουδαιότητα από την αύξηση της απορροής τους με ισχυρές υλοτομικές επεμβάσεις. Στη χώρα μας όμως υπάρχουν και δάση όπου οι καιρικές και γεωμορφολογικές συνθήκες δεν ευνοούν τη δημιουργία ομιχλοβροχής. Εκεί οι σχέσεις βλάστησης και απορροής χρειάζονται μελέτη και διερεύνηση, οι οποίες όμως δεν έχουν πραγματοποιηθεί ακόμα. Τέλος, ενδιαφέρον για αύξηση της απορροής παρουσιάζουν και τα αείφυλλα πλατύφυλλα της Δυτικής Ελλάδας ή άλλων περιοχών. Αυτά καταλαμβάνουν κυρίως τις λεκάνες απορροής μεγάλων ποταμών, η απορροή των οποίων επηρεάζει ποικιλοτρόπως την ανάπτυξη της χώρας. Γενικά πάντως στη χώρα μας, με το έντονο ανάγλυφο και τον αυξημένο κίνδυνο πλημμυρών και διαβρώσεων, η διαχείριση της βλάστησης για αύξηση της απορροής φαίνεται να έχει περιορισμένη εφαρμογή.

3.3 Επίδραση του δάσους και των ορεινών υδρονομικών έργων στην κατανομή της απορροής στο χρόνο

Η κατανομή της απορροής ενός υδατορεύματος στο χρόνο (δίαιτα της απορροής του υδατορεύματος) έχει μεγάλη σημασία αφού επηρεάζει τόσο την ορθολογική αξιοποίηση αυτής



Σχήμα 4. Υδρολογική συμπεριφορά δασωμένης λεκάνης απορροής



Σχήμα 5. Υδρολογική συμπεριφορά υποβαθμισμένης λεκάνης απορροής

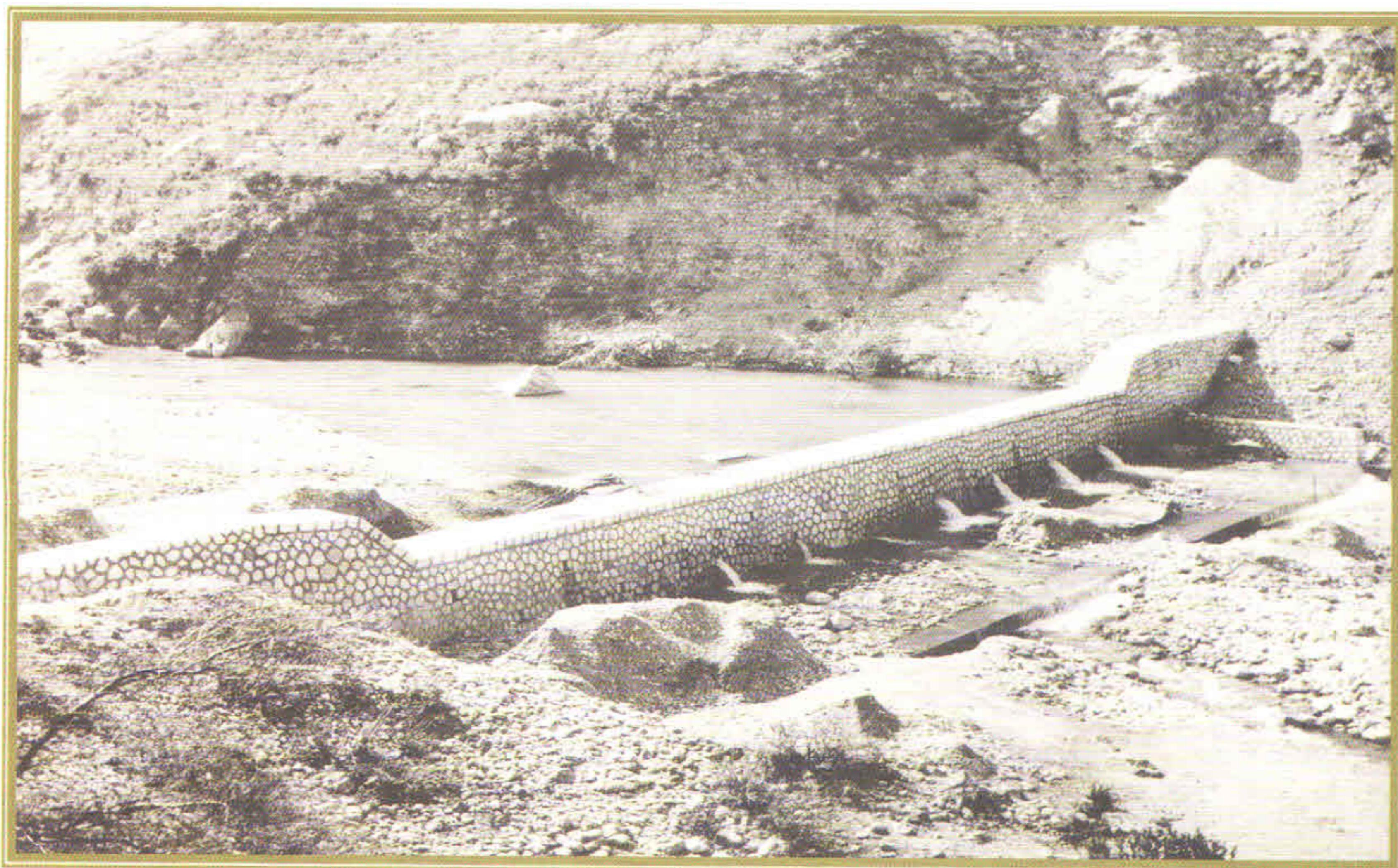
όσο και το μέγεθος των επιπτώσεων που παρατηρούνται από τις ακραίες τιμές της (πλημμύρες και ξηρασίες). Βέβαια θα ήταν ιδανικές οι συνθήκες αν η κατανομή της απορροής στο χρόνο ήταν ομοιόμορφη. Όμως ο αριθμός και τα χαρακτηριστικά των παραγόντων που την επηρεάζουν καθιστούν αυτή τη συμπεριφορά πολύ δύσκολη.

Η κατανομή της απορροής στο χρόνο εξετάζεται καλύτερα λαμβάνοντας υπόψη την παροχή του υδατορεύματος, δηλαδή την ποσότητα νερού που ρέει σε μια διατομή της κοίτης του στη μονάδα του χρόνου. Σύμφωνα με την παραπάνω διευκρίνιση, η παροχή ενός υδατορεύματος μιας δασωμένης λεκάνης απορροής επηρεάζεται από ένα σύνολο παραγόντων. Μεταξύ αυτών το ύψος και η κατανομή των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων, το κλίμα, η βλάστηση, καθώς και τα χαρακτηριστικά του εδάφους της λεκάνης, είναι οι πιο σημαντικοί.

Από τους προηγούμενους παράγοντες, τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα και το κλίμα παραμένουν πρακτικά ανεπηρέαστα από τις ανθρώπινες ενέργειες. Για το λόγο αυτό κάθε προσπάθεια βελτίωσης της παροχής στο χρόνο, πρέπει να στοχεύει στους δύο άλλους παράγοντες. Αυτό γίνεται κατανοητό αν ληφθεί υπόψη πως η επίδραση της βλάστησης και του εδάφους στην παροχή οφείλεται στην κατακράτηση ενός μέρους των κατακρημνισμάτων, κατά την αναγκαστική τους διέλευση διαμέσου των δύο αυτών παραμέτρων της λεκάνης, πριν αυτά μετατραπούν σε απορροή στην κοίτη του υδατορεύματος. Η διαδικασία αυτή συμβάλλει στη μείωση της πλημμυρικής αιχμής του υδατορεύματος σε οποιαδήποτε διατομή του. Επιπλέον, η σημαντική μείωση της ταχύτητας του νερού διαμέσου των μακροπόρων του εδάφους, συμβάλλει στην επιμήκυνση του χρόνου μεταξύ της έναρξης αύξησης της παροχής και πτώσης αυτής, μέχρι την τιμή που είχε πριν την έναρξη του επεισοδίου βροχής. Οι ίδιες συνθήκες συντελούν επίσης στην επιμήκυνση του χρόνου ροής των υδατορευμάτων κατά τη θερινή περίοδο.

Η υδρολογική απόκριση μιας υποθετικής λεκάνης απορροής με καλές βλαστητικές και εδαφικές συνθήκες φαίνεται στο Σχήμα 4. Τελείως διαφορετική είναι η απόκριση της ίδιας λεκάνης με υποβαθμισμένα τα παραπάνω χαρακτηριστικά της (Σχήμα 5).

Η δίαιτα του υδατορεύματος μιας υποβαθμισμένης υδρολογικής λεκάνης μπορεί να



Εικόνα 11. Φράγμα στην κοίτη υδατορεύματος για ρύθμιση της δίαιτας και συγκράτηση φερτών υλών

βελτιωθεί σημαντικά με φυτοκομικά, φυτοτεχνικά και τεχνικά έργα που κατασκευάζονται από τη Δασική Υπηρεσία στο ορεινό της τμήμα και περιγράφονται αναλυτικότερα στο επόμενο κεφάλαιο.



Εικόνα 12. Η βραδεία τήξη του χιονιού μέσα στο δάσος συμβάλλει στη ρύθμιση της διαίτας του υδατορεύματος (Το χιόνι λιώνει πρώτα γύρω από τον κορμό κυκλικά, λόγω της θερμότητας - υπέρυθρης ακτινοβολίας - του κορμού).

Αυτά τα έργα προστατεύουν το έδαφος από τη διάβρωση και αυξάνουν και τη διηθητική του ικανότητα. Κατά συνέπεια η βροχή, διαμέσου της μάζας του εδάφους, "στραγγίζει" βαθμιαία προς την κοίτη του υδατορεύματος και συμβάλλει στη μείωση των υψηλών παροχών και στην επιμήκυνση του χρόνου ροής του υδατορεύματος. Ρύθμιση της απορροής επιτυγχάνεται και με την συνδρομή ξηρολίθινων ή λιθοόδητων φραγμάτων με οπές, τα οποία κατασκευάζονται κάθετα στην κοίτη του υδατορεύματος. Μετά την κατασκευή τους, σημαντικός όγκος της απορροής συσσωρεύεται ανάντη αυτών και ρέοντας διαμέσου της ξηρολιθοδομής ή των οπών τους, συμβάλλει σε σταθερή πρακτικά παροχή του υδατορεύματος για μεγάλο χρονικό διάστημα (Εικόνα 11). Παρόμοιες συνθήκες ροής επιτυγχάνονται και με τη βαθμιαία τήξη του χιονιού κάτω από την κόμη των δένδρων (Εικόνα 12).

3.4 Επίδραση του δάσους στη διάβρωση του εδάφους και στην αποτροπή των κατολισθήσεων

Η προστασία που ασκεί το δάσος και γενικότερα η δασική βλάστηση στο έδαφος των ορεινών λεκανών απορροής από τη διάβρωση της βροχής, είναι η σημαντικότερη επίδραση στην εξομάλυνση των προβλημάτων μιας περιοχής που σχετίζεται με το νερό. Η επίδραση αυτή γίνεται καλύτερα κατανοητή μετά από την εξέταση της σχέσης δάσους, εδάφους και νερού.

Πιο συγκεκριμένα, το δάσος συγκρατεί δια των ριζών του το έδαφος στο χώρο που αναπτύσσεται. Επιπλέον, βελτιώνει με την αποσύνθεση των φύλλων και άλλων οργανικών υπολειμμάτων, τις ιδιότητες του εδάφους που συντελούν στην αύξηση της ταχύτητας διήθησης (απορρόφησης) της βροχής εντός της μάζας του. Η ικανότητα αυτή των δασικών εδαφών είναι ιδιαίτερα χρήσιμη αφού συντελεί ώστε ολόκληρη ή η μεγαλύτερη ποσότητα βροχής από εκείνη που φτάνει στην επιφάνεια της λεκάνης, να κατευθύνεται προς την κοίτη του πλησιέστερου υδατορεύματος διαμέσου του εδάφους. Η ικανότητα του εδάφους να απορροφά τη βροχή συμβάλλει:

- Στην προστασία του ίδιου του εδάφους αφού δεν υπάρχει επιφανειακή απορροή να το παρασύρει.
- Στη μόνιμη συγκράτηση ενός μέρους της βροχής από αυτό υπό μορφή υγρασίας, με όλες τις ευεργετικές επιδράσεις στη χλωρίδα και τα οικοσυστήματα γενικότερα.
- Στη μείωση των πλημμυρικών αιχμών και απορροών στην κοίτη των υδατορευμάτων της λεκάνης.
- Στη ρύθμιση της κατανομής της απορροής κατά τη διάρκεια του έτους.

- Στην αύξηση του χρόνου ροής των υδατορευμάτων τη θερινή περίοδο.
- Στην αύξηση των υπόγειων νερών και στην επιμήκυνση του χρόνου ροής των πηγών.
- Στη βελτίωση της ποιότητας του νερού των υδατορευμάτων αφού η βροχή «φιλτράρεται» μέσα από το έδαφος.

Σε αντίθεση με τα παραπάνω, όταν η βροχή δε διηθείται στο έδαφος, αλλά ρέει στις πλαγιές της λεκάνης συμβάλλει: (Εικόνα 13)

- Στη διάβρωση του εδάφους (Εικόνα 14) και στην παραγωγή και μεταφορά φερτών υλών δια της απορροής των υδατορευμάτων στις πεδινές γεωργικές και αστικές περιοχές, με όλες τις γνωστές συνέπειες.
- Στην απώλεια σημαντικής ποσότητας νερού, αφού αυτό ρέει επιφανειακά αχρησιμοποίητο και καταλήγει στη θάλασσα.
- Στην αύξηση των πλημμυρικών αιχμών και απορροών των υδατορευμάτων.



Εικόνα 13. Επιφανειακή απορροή σε πλαγιά υδρολογικής λεκάνης: Ένα φαινόμενο που συνδέεται με πληθώρα δυσμενών επιδράσεων στις ορεινές και πεδινές περιοχές.

Εικόνα 14. "Δείκτης" εκτίμησης της διάβρωσης του εδάφους σε γυμνή από βλάστηση θέση του φλύσχη της δυτικής Ελλάδας.

- Στην ακανόνιστη κατανομή της απορροής στην κοίτη κατά τη διάρκεια του έτους.
- Στη μείωση ή την εξάλειψη της ροής των υδατορευμάτων τη θερινή περίοδο.
- Στην υποβάθμιση της ποιότητας του νερού αφού αυτό παρασύρει και μεταφέρει ρυπαντές από σημειακές και διάχυτες πηγές ρύπανσης.

Θετική είναι επίσης και η επίδραση του δάσους στις κατολισθήσεις και ιδίως στις αβαθείς. Το φαινόμενο αυτό βρίσκεται σε έξαρση στη χώρα μας τελευταία, λόγω των έντονων και παρατεταμένων βροχοπτώσεων το φετινό χειμώνα.

Σχετικά με τη θετική επίδραση του δάσους στις κατολισθήσεις επισημαίνεται πως οι ρίζες των δένδρων «οπλίζουν» και αυξάνουν τη διατμητική αντοχή του εδάφους και οι κορμοί το αντιστηρίζουν, εμποδίζοντας έτσι τη μετακίνηση προς τα κατόντη. Κατάλληλα δασικά είδη μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για τη βελτίωση των υδατικών συνθηκών υγρών περιοχών.

Αντίθετα με τις παραπάνω θετικές επιδράσεις, το επιπρόσθετο βάρος των δένδρων μιας πλαγιάς θεωρείται ότι επηρεάζει αρνητικά τη σταθερότητά της. Στην πραγματικότητα όμως η επίδραση μπορεί να είναι άλλοτε θετική και άλλοτε αρνητική, ανάλογα με τις τιμές της γωνίας εσωτερικής τριβής του εδάφους, της συνεκτικότητας και της κλίσης του επιπέδου ολίσθησης. Γενικά, το επιπρόσθετο φορτίο μιας πλαγιάς από τα δένδρα είναι μικρό και έτσι η οποιαδήποτε θετική ή αρνητική επίδραση, είναι μικρή.

Τονίζεται όμως πως αύξηση των κατολισθήσεων μπορεί να εμφανισθεί σε περίπτωση καταστροφής του δάσους και υποσκαφής των πλαγιών, από την αυξημένη απορροή.

3.5 Προστασία του εδάφους από τη διάβρωση με ορεινά υδρονομικά έργα

Η συμβολή του δάσους στην προστασία του εδάφους από τη διάβρωση και οι ευεργετικές



Εικόνα 15. Αναδασώσεις με Μαύρη πεύκη σε πλαγιά της Όσσας

επιπτώσεις στην υδατική οικονομία, εξαιτίας της δυνατότητας των δασικών εδαφών να απορροφούν και διακινούν εντός της μάζας τους τεράστιες ποσότητες από το νερό της βροχής, διαπιστώθηκε από τη Δασική Υπηρεσία πριν από πολλά χρόνια. Για το λόγο αυτό από τη δεκαετία ακόμα του 1930, άρχισε η κατασκευή φυτοκομικών, φυτοτεχνικών και τεχνικών έργων, κυρίως για την προστασία του εδάφους από τη διάβρωση στις ορεινές λεκάνες απορροής της χώρας μας.

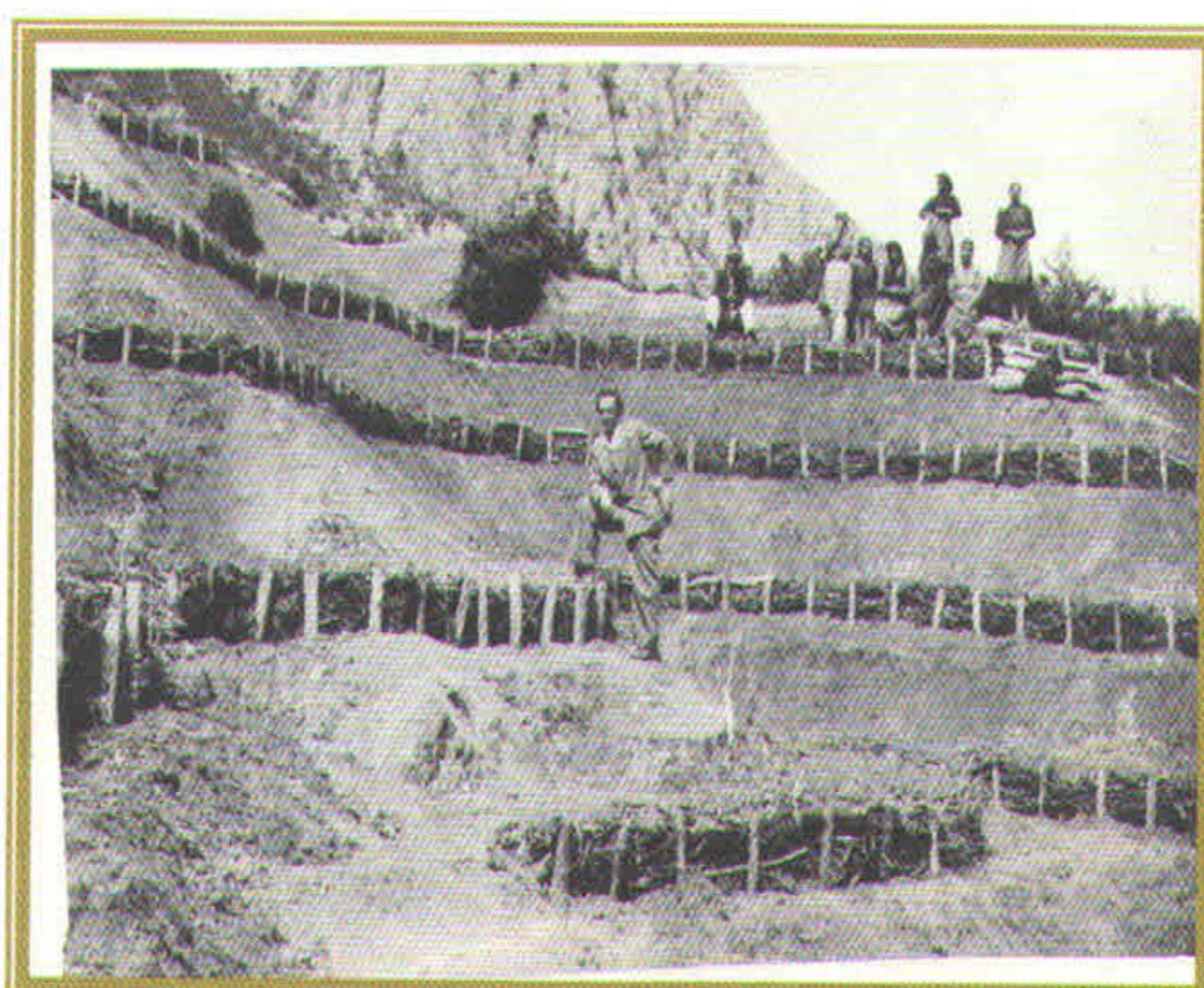
Η πρώτη κατηγορία έργων περιλαμβάνει τις αναδασώσεις, αναθαμνώσεις και αναχλοάσεις. Τα

συγκεκριμένα έργα έχουν ως σκοπό την αντιμετώπιση εκτατικών χειμαρρικών φαινομένων, δηλαδή φαινομένων που επεκτείνονται στις πλαγιές μιας ορεινής λεκάνης απορροής.

Οι αναδασώσεις διενεργούνται σε γυμνές από βλάστηση θέσεις της λεκάνης όπου φυτεύονται κατάλληλα υδρονομικά είδη. Αυτά, ανάλογα με την έκταση του προβλήματος, είναι δυνατόν να καλύψουν σημαντικό μέρος της λεκάνης. (Εικόνα 15). Οι αναδασώσεις, εκτός από την



Εικόνα 16. Κλαδοπλέγματα σε υποβαθμισμένη πλαγιά για προστασία του εδάφους από τη διάβρωση.



Εικόνα 17. Η κατασκευή κλαδοπλεγμάτων και άλλων υδρονομικών έργων συνέβαλε και στην οικονομική ενίσχυση των κατοίκων της υπαίθρου σε δύσκολους καιρούς.

προστασία του εδάφους από τη διάβρωση και τη βελτίωση αυτού, επηρεάζουν την απορροή και τη δίαυτα των υδατορευμάτων.

Οι αναθαμνώσεις και αναχλοάσεις, πραγματοποιούνται σε θέσεις με επιφανειακά χειμαρρικά φαινόμενα όπου δεν μπορούν να γίνουν αναδασώσεις.

Στη δεύτερη κατηγορία των έργων περιλαμβάνονται τα κλαδοπλέγματα, κορμοδέματα, οι φράκτες από πλεκτό σύρμα κ.λ.π. (Εικόνες 16 και 17). Τα έργα αυτά προηγούνται των φυτοκομικών, αφού στερεώνουν πρώτα τις θέσεις όπου γίνονται οι φυτεύσεις.



Εικόνα 18. Σημαντικότερη ήταν η συνεισφορά και της Ελληνίδας της υπαίθρου στην αποκατάσταση των ορεινών λεκανών απορροής, σε δύσκολες εποχές



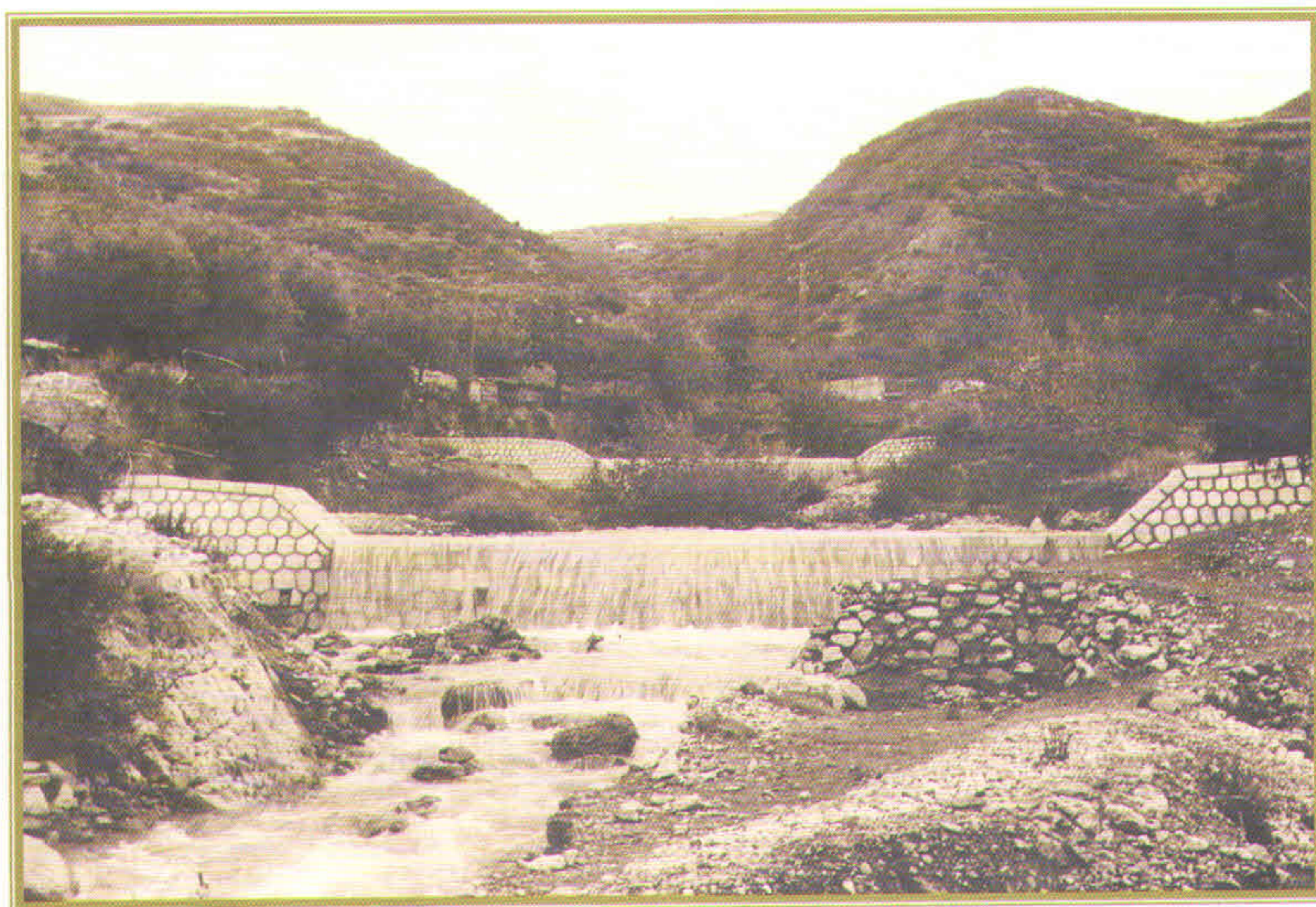
Εικόνα 19. Σειρά φραγμάτων στην κοίτη υδατορεύματος για προστασία αυτής από τη διάβρωση, συγκράτηση φερτών υλών και ρύθμιση της διαίτας

Στην τρίτη κατηγορία υπάγονται τα φράγματα (αναβαθμοί) που κατασκευάζονται στην κεντρική κοίτη ή τους κλάδους των υδατορευμάτων. Τα φράγματα είναι λιθόδημητα ή σκυρόδημητα και έχουν ως σκοπό την αποτροπή της χαραδρωτικής, φαραγγωτής και πραινικής διάβρωσης της κοίτης των υδατορευμάτων. Η κατασκευή τους παρουσιάζει συχνά ιδιαίτερες δυσκολίες λόγω προσπέλασης των θέσεων και μεταφοράς των υλικών τους (Εικόνα 18). Το ύψος τους, καθώς και η απόσταση μεταξύ τους, καθορίζονται με τέτοιο τρόπο ώστε με τις προσχώσεις να επιτυγχάνεται η κλίση αντισταθμίσεως της κοίτης του υδατορεύματος (Εικόνες 19 και 20).

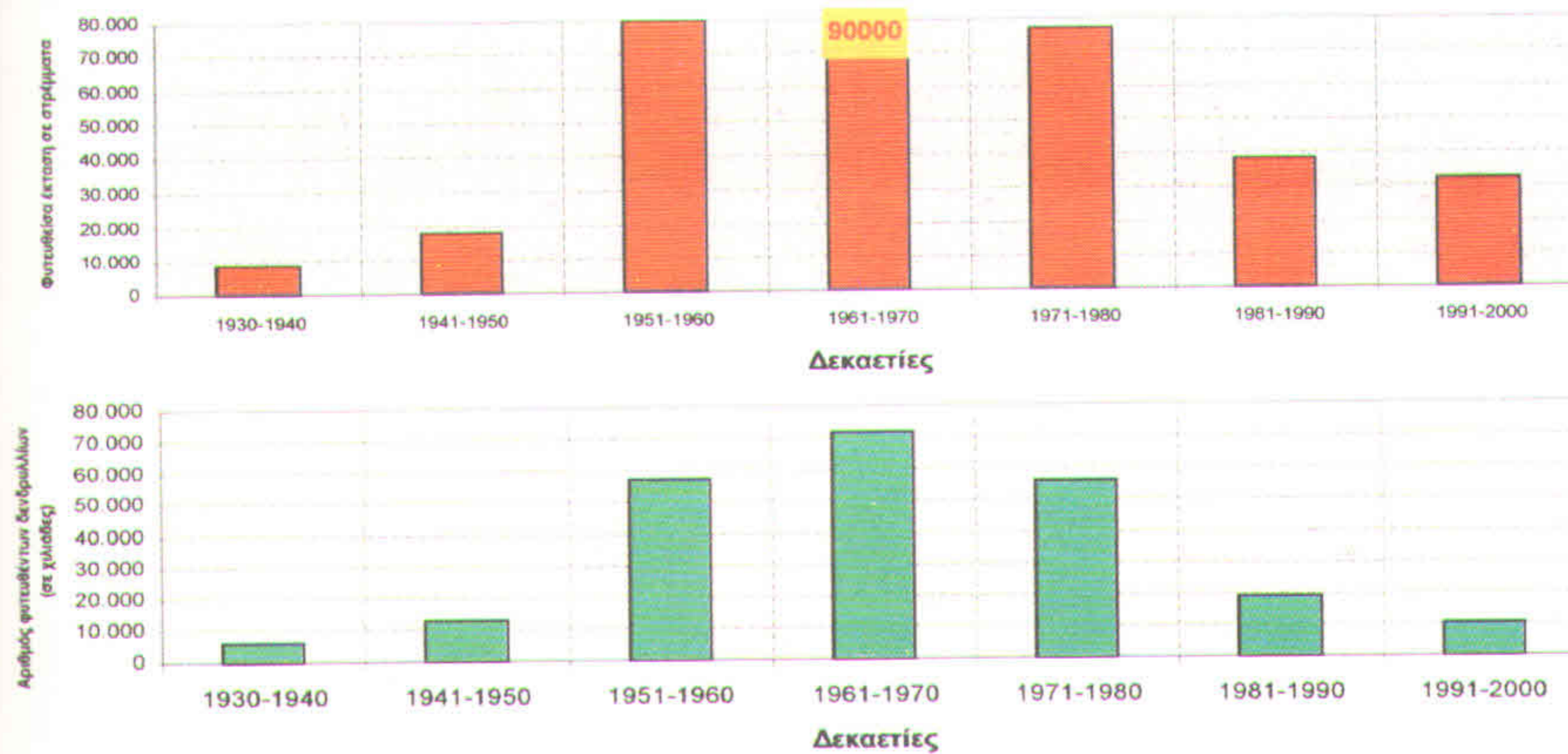
Μέχρι σήμερα έχει παραχθεί σημαντικό και εκτεταμένο έργο από τη Δασική Υπηρεσία. Το έργο όμως αυτό, σε σχέση με την έκταση της χώρας και το πλήθος των χειμαρρωδών υδατορευμάτων της, δεν είναι επαρκές. Επομένως επιβάλλεται να γίνουν πολλά έργα ακόμη και ταυτόχρονα να συντηρούνται και να συμπληρώνονται συστηματικά.

Στα σχήματα 6, 7 και 8 απεικονίζονται ανά δεκαετίες, οι διάφορες κατηγορίες των ορεινών υδρονομικών έργων που κατασκευάστηκαν, καθώς και η χρηματοδότησή τους σε τιμές του 1970 (Σχήμα 9).

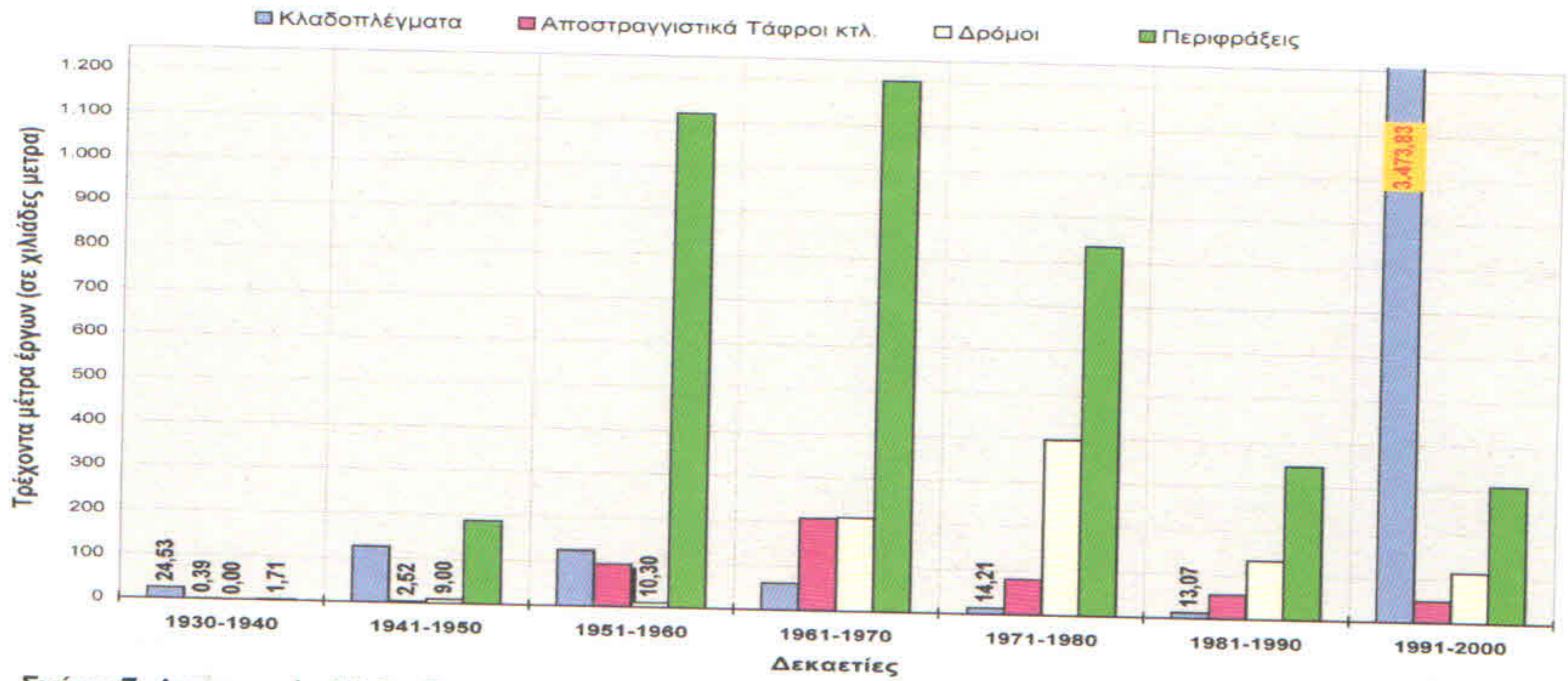
Από τα παραπάνω στοιχεία είναι φανερό η περιορισμένη χρηματοδότηση των έργων και η ανάγκη για μία γενναία αύξησή της. Αυτή όμως δεν είναι δυστυχώς ορατή αφού τα τελευταία χρόνια (μετά το 2000) παρατηρείται τάση μείωσής της.



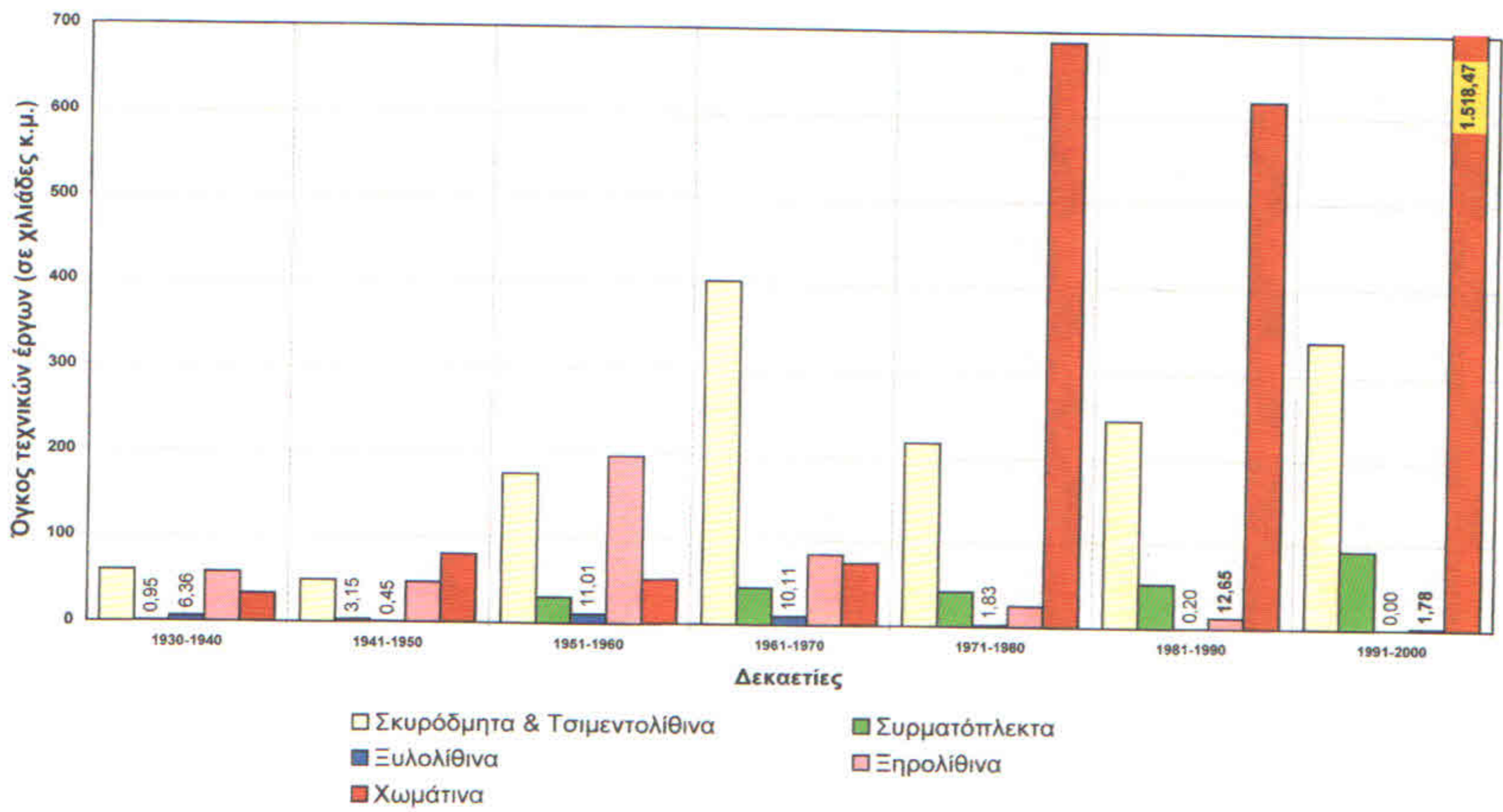
Εικόνα 20. Σειρά φραγμάτων στην κοίτη υδατορεύματος για προστασία αυτής από τη διάβρωση και συγκράτηση φερτών υλών



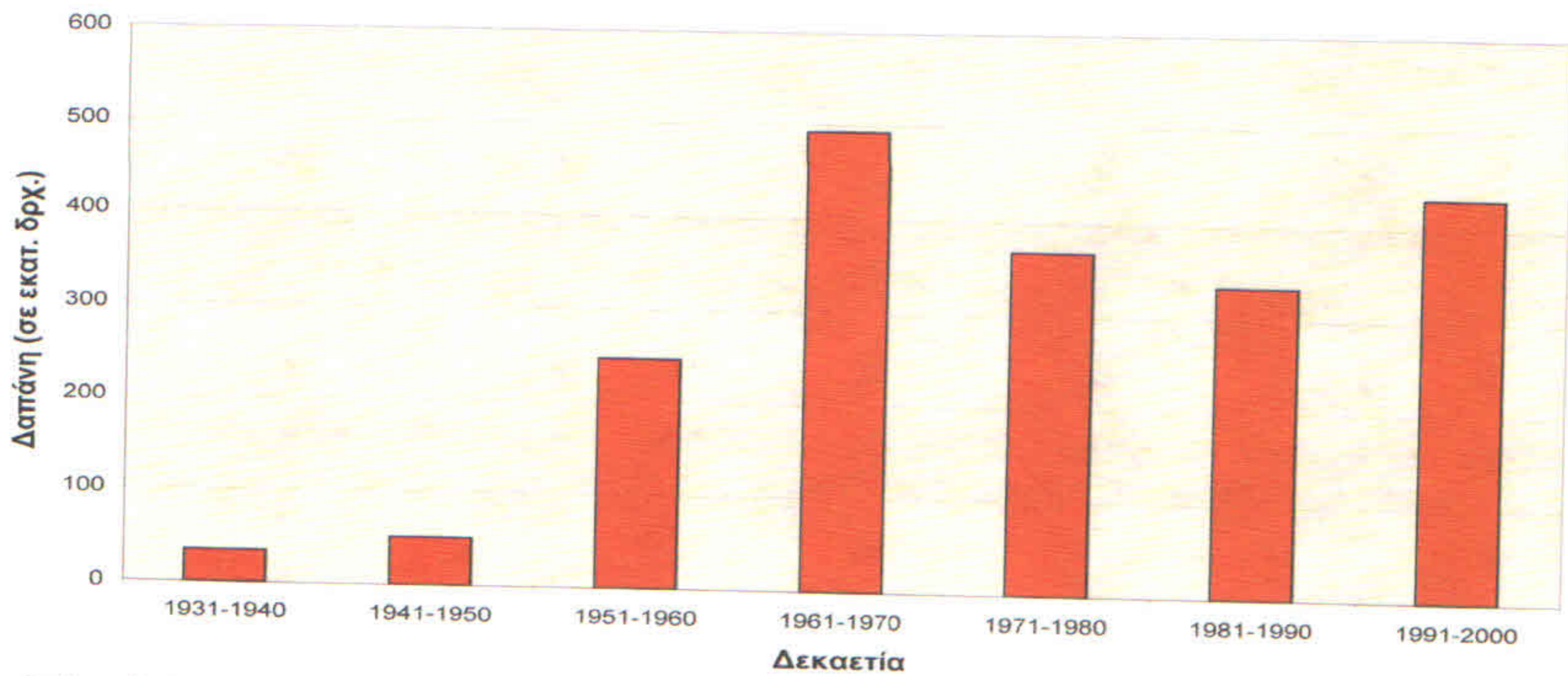
Σχήμα 6. Διαχρονική εξέλιξη (δεκαετίες) αριθμού φυτευθέντων φυταρίων και φυτευθείσας έκτασης σε ορεινές λεκάνες απορροής από τη Δασική Υπηρεσία.



Σχήμα 7. Διαχρονική εξέλιξη (δεκαετίες) ορεινών υδρονομικών έργων σε τρέχοντα μέτρα.



Σχήμα 8. Διαχρονική εξέλιξη (δεκαετίες) ορεινών υδρονομικών έργων σε κυβικά μέτρα.



Σχήμα 9. Διαχρονική εξέλιξη (δεκαετίες) δαπανών κατασκευής ορεινών υδρονομικών έργων περιόδου 1930-2000, ανηγμένων σε τιμές του 1970.

3.6 Επίδραση του δάσους στην ποιότητα της απορροής των υδρολογικών λεκανών

Η επίδραση του δάσους στην ποιότητα του νερού του υδρολογικού κύκλου έχει σημασία τόσο για την υγεία του ορεινού και πεδινού πληθυσμού όσο και για τη διατήρηση των δασικών οικοσυστημάτων. Το μεγαλύτερο μέρος των κατακρημνισμάτων αντιπροσωπεύεται από βροχή και το υπόλοιπο από χιόνι και χαλάζι. Η χημική σύσταση της βροχής αλλάζει κατά τη διέλευσή της



Εικόνα 21. Επεξεργασία δειγμάτων νερού στο εργαστήριο.



Εικόνα 22. Προσδιορισμός συγκεντρώσεων ανιόντων σε δείγματα νερού με ιοντικό χρωματογράφο.

μέσα από την κόμη των δέντρων και μέσα από το έδαφος. Στις ορεινές δασωμένες λεκάνες απορροής, το νερό καταλήγει διαμέσου του εδάφους, είτε στην κοίτη μικρών υδατορευμάτων είτε στα βαθύτερα στρώματα της λεκάνης και συμμετέχει έτσι στην αύξηση των υπόγειων νερών και στη δημιουργία πηγών. Πολλές από τις πηγές χρησιμοποιούνται για ύδρευση.

Η Δασική Υπηρεσία μελετά και παρακολουθεί την ποιότητα του νερού των παραπάνω φάσεων του υδρολογικού κύκλου σε τέσσερα αντιπροσωπευτικά δασικά οικοσυστήματα της χώρας από το 1996. Τα δασικά οικοσυστήματα είναι, των αιφύλλων πλατυφύλλων της Δυτικής Ελλάδας, της Υβριδογενούς ελάτης στην περιοχή Αγίου Νικολάου Ευρυτανίας και της Πλατυφύλλου δρυός και Δασικής οξυάς στην ΒΑ πλευρά της Όσσας. Η παραπάνω έρευνα γίνεται στα πλαίσια εκτέλεσης του Πανευρωπαϊκού προγράμματος με τίτλο «Επίδραση των Ατμοσφαιρικών Ρυπαντών στα Δασικά Οικοσυστήματα». Η εκτέλεση του προγράμματος έχει ανατεθεί στο Ινστιτούτο Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων και Τεχνολογίας Δασικών Προϊόντων (Εικόνες 21, 22) του Εθνικού Ιδρύματος Αγροτικής Έρευνας (ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε.).

Ειδικότερα, η ποιότητα του νερού στις διάφορες φάσεις του υδρολογικού κύκλου στα δασικά οικοσυστήματα αναλύεται παρακάτω ως εξής:

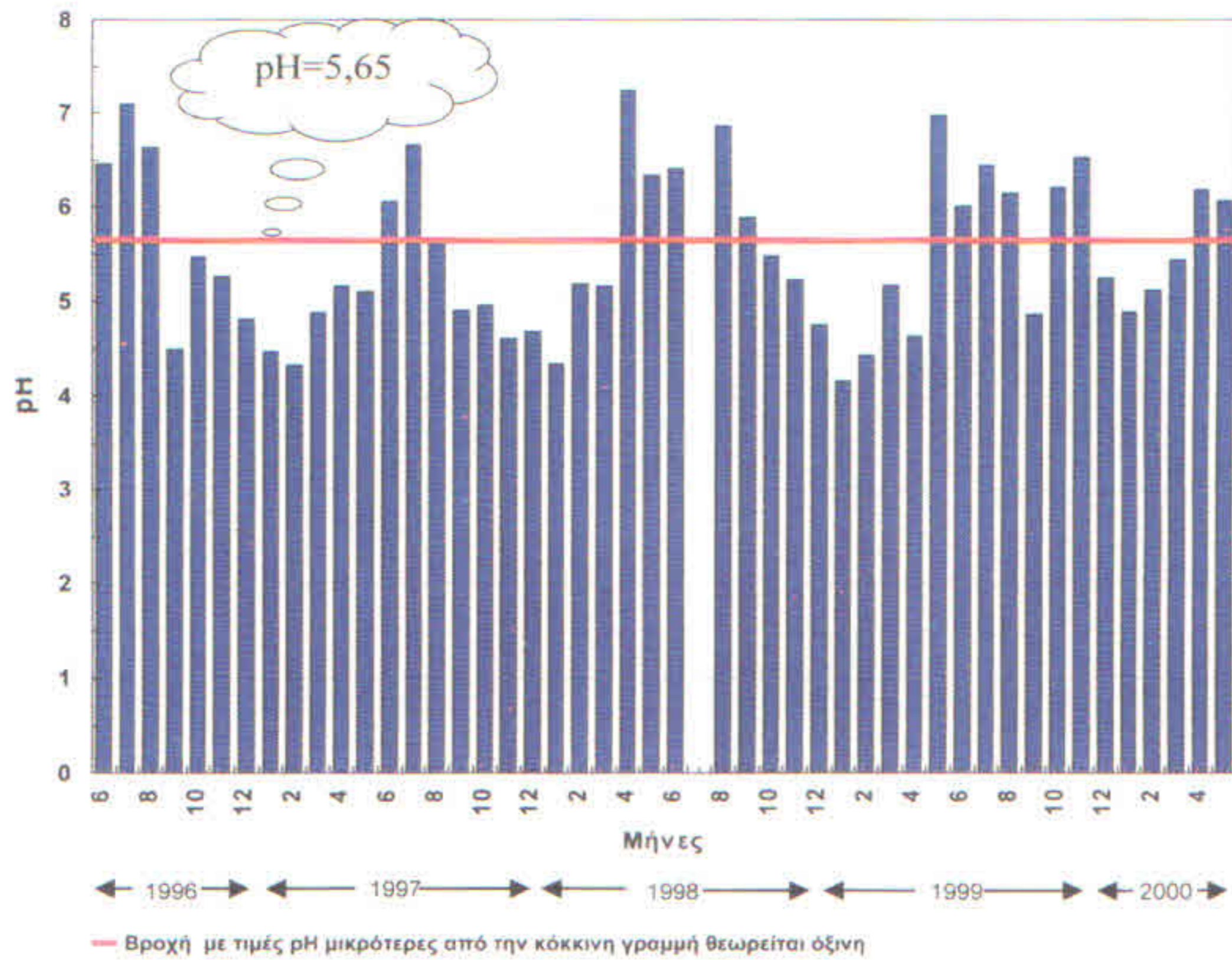
A. Ποιότητα των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων.



Εικόνα 23. Πλήρης μετεωρολογικός σταθμός σε δάσος αιφύλλων πλατυφύλλων της Δυτικής Ελλάδας όπου μετράται και συλλέγεται η βροχή για χημική ανάλυση.

Το μεγαλύτερο μέρος των κατακρημνισμάτων αντιπροσωπεύεται από τη βροχή. Αυτή αποτελεί πηγή εισόδου θρεπτικών στοιχείων ή ρυπαντών στα δασικά οικοσυστήματα (Εικόνα 23). Η χημική ανάλυση της βροχής είναι πολύτιμο εργαλείο για την απόδειξη παρουσίας αέριων ρυπαντών μεταφερόμενων σε μεγάλες αποστάσεις. Το pH της βροχής είναι μία χημική παράμετρος που μετρείται εύκολα και μπορεί να δώσει σημαντικές

πληροφορίες. Βροχή σε ισορροπία με το διοξείδιο του άνθρακα της ατμόσφαιρας έχει pH 5,65. Χαμηλότερες τιμές είναι ένδειξη παρουσίας ατμοσφαιρικών ρυπαντών. Αυτό συμβαίνει όταν τα υγρά κατακρημνίσματα αποτίθενται σε περιοχές αφού περάσουν πρώτα από τμήματα των χαμηλότερων στρωμάτων της ατμόσφαιρας που περιέχουν διοξείδιο του θείου ή αζώτου. Χαρακτηριστική είναι η περίπτωση της περιοχής της ΒΑ Όσσας όπου η βροχή τους χειμερινούς μήνες έχει χαμηλό pH. Η αιτία αυτού του γεγονότος είναι οι μεταφερόμενοι ρύποι από περιοχές



Σχήμα 10. Οξύτητα της βροχής (pH) περιόδου 48 μηνών σε δάσος οξυάς, στην περιοχή της ΒΑ Όσσας.

βόρεια της Όσσας, με την επίδραση ανέμων (Σχήμα 10). Οι ρύποι αυτοί προκύπτουν κυρίως από την καύση ορυκτών καυσίμων για θερμαντικούς σκοπούς.

Μεγαλύτερες τιμές του pH της βροχής από το 5,65, αποτελούν ένδειξη διαλυτών αλκαλικών σωματιδίων στην ατμόσφαιρα. Τα διαλυτά αυτά σωματίδια προκύπτουν από την αιολική αποσάθρωση του εδάφους. Το φαινόμενο αυτό είναι έντονο τους καλοκαιρινούς μήνες όπου δεν υπάρχει το προστατευτικό στρώμα του χιονιού στο δασικό τάπητα.

Β. Ποιότητα της διαπερώσας βροχής.

Το πρώτο στάδιο αλλαγής της χημείας της βροχής γίνεται διαμέσου της επαφής της με την κόμη των δέντρων (Εικόνα 24). Στη δασική υδρολογία το μέρος αυτό της βροχής ονομάζεται διαπερώσα βροχή. Στις περισσότερες περιπτώσεις γίνεται εμπλουτισμός της διαπερώσας βροχής με οργανικές ενώσεις, καθώς και με ανόργανα κατιόντα και ανιόντα.



Εικόνα 24. Μέτρηση και συλλογή κορμοαπορροής και διαπερώσας βροχής για χημική ανάλυση.

Ο εμπλουτισμός αυτός οφείλεται στην απομάκρυνση σωματιδίων σκόνης, καθώς και στην έκπλυση οργανικών και ανόργανων ενώσεων από το εσωτερικό των φυτικών κυττάρων. Τις μεγαλύτερες συγκεντρώσεις στο νερό της διαπερώσας βροχής, παρουσιάζει το κάλιο. Εξαιρέση στην αύξηση συγκεντρώσεων στη διαπερώσα βροχή, αποτελούν οι ανόργανες ενώσεις του αζώτου. Τα δασικά είδη

εκμεταλλεύονται και την πιο μικρή ποσότητα αζώτου στη βροχή για να καλύψουν τις θρεπτικές τους ανάγκες.

Γ. Ποιότητα του εδαφικού διαλύματος.

Ο όρος εδαφικό διάλυμα περιλαμβάνει το νερό που εισέρχεται και κινείται στο έδαφος. Το



Εικόνα 25. «Λυσίμετρα» για συλλογή και χημική ανάλυση εδαφικού διαλύματος.

μεγαλύτερο μέρος των χημικών ενώσεων που φτάνουν στο έδαφος με τη διαπερώσα βροχή, δεσμεύεται. Η δέσμευση αυτή οφείλεται σε διάφορους λόγους. Ειδικότερα, πολλές από τις ενώσεις προσλαμβάνονται από τα φυτά, άλλες από τους μικροοργανισμούς του εδάφους και άλλες συγκρατούνται με χημικούς δεσμούς από τα οργανικά και ανόργανα συστατικά του εδάφους. Με αυτό τον τρόπο το δασικό έδαφος λειτουργεί σαν φίλτρο στο νερό της διαπερώσας βροχής. Είναι αξιοσημείωτη η ικανότητα των δασικών εδαφών να συγκρατούν βαρέα μέταλλα.

Περνώντας το δασικό τάπητα, κάποια ποσότητα νερού συγκρατείται με τριχοειδείς δυνάμεις από τα ανόργανα συστατικά του εδάφους. Αυτό το νερό έχει μεγάλη σημασία γιατί είναι το μέσο με το οποίο τα φυτά προμηθεύονται δια των ριζών τους τα περισσότερα θρεπτικά συστατικά. Η πρόσληψη των θρεπτικών συστατικών συμβαίνει σε μικρά βάθη εδάφους (20-30 cm). Εξαιτίας του μικρού όγκου του νερού στο εδαφικό διάλυμα που συγκρατείται με τριχοειδείς δυνάμεις, οι συγκεντρώσεις των στοιχείων είναι μεγαλύτερες από εκείνες στη διαπερώσα βροχή. Η παρουσία όξινων αργιλοπυριτικών ορυκτών μπορεί να δώσει χαμηλές τιμές pH στο εδαφικό διάλυμα. Αυτό έχει ως συνέπεια την είσοδο αργιλίου, καθώς και βαρέων μετάλλων στο εδαφικό διάλυμα. Τέτοια φαινόμενα παρατηρούνται σε εδάφη που έχουν αναπτυχθεί σε όξινα πετρώματα όπως σχιστόλιθοι, γρανίτες και γνεύσιοι. Τα φαινόμενα αυτά γίνονται πιο έντονα όταν το pH της βροχής είναι χαμηλό και οξινίζει περισσότερο το έδαφος.

Το εδαφικό διάλυμα που κινείται στο έδαφος με την επίδραση της βαρύτητας υφίσταται νέες χημικές μεταβολές (Εικόνα 25). Η ατμόσφαιρα του εδάφους περιέχει αυξημένες συγκεντρώσεις διοξειδίου του άνθρακα που προέρχεται από την αναπνοή των μικροοργανισμών και των ριζών των φυτών. Το διοξείδιο του άνθρακα διαλύεται στο νερό και σχηματίζει ανθρακικό οξύ, το οποίο συμβάλλει στη διαδικασία της χημικής αποσάθρωσης. Κατά τη διαδικασία αυτή, κατιόντα που βρίσκονται σε κρυστάλλους ορυκτών αντικαθίστανται από τα ιόντα υδρογόνου του ανθρακικού οξέος. Με την αποσάθρωση του εδάφους, το νερό εμπλουτίζεται σε ασβέστιο, κάλιο, μαγνήσιο και νάτριο. Ο εμπλουτισμός αυτός αντανάκλα τη χημική σύσταση του εδάφους. Εδάφη με μεγάλες συγκεντρώσεις βασικών κατιόντων, προκαλούν αύξηση αυτών στο εδαφικό διάλυμα που κινείται με την επίδραση της βαρύτητας. Με την κατανάλωση των ιόντων υδρογόνου του ανθρακικού οξέος σχηματίζονται ανθρακικές ρίζες οι οποίες λειτουργούν ως βάσεις και προσδίδουν αλκαλικότητα στο νερό.

Δ. Ποιότητα της απορροής των υδατορευμάτων.

Όταν το νερό, που κινείται εντός του εδάφους με την επίδραση της βαρύτητας συναντήσει αδιαπέρατα στρώματα πετρωμάτων, συσσωρεύεται και σχηματίζει τα υπόγεια νερά. Αντίθετα, όταν βρει διέξοδο σχηματίζει τις πηγές ή τροφοδοτεί τα υδατορεύματα. Αδιαπέρατα στρώματα

σχηματίζουν κυρίως τα μεταμορφωμένα πετρώματα, καθώς και τα πυριγενή και κατά δεύτερο λόγο τα ιζηματογενή πετρώματα.



Εικόνα 26. Υδρομετρικός σταθμός σε συστάδα ελάτης Αγ. Νικολάου Ευρυτανίας.

Η χημεία του νερού των υδατορευμάτων (Εικόνα 26) αντανακλά σε μεγάλο βαθμό τη χημεία του εδαφικού διαλύματος που κινείται με την επίδραση της βαρύτητας στο έδαφος. Εξαιτίας της αλκαλικότητας που έχει διαμορφωθεί από την ύπαρξη των ανθρακικών ριζών, τα περισσότερα νερά των πηγών έχουν υψηλό pH σε σχέση με το νερό της βροχής. Τις μικρότερες συγκεντρώσεις στοιχείων στα νερά των πηγών παρουσιάζουν το άζωτο και το κάλιο. Αυτό οφείλεται στην άμεση πρόσληψη τους από τα φυτά και τους μικροοργανισμούς,

πράγμα που συνέβη όταν τα ιόντα αυτά ήταν κοντά στην περιοχή των ριζών των φυτών και μικροοργανισμών, οι οποίοι αφθονούν στην περιοχή των ριζών. Το κάλιο που δεν προσλαμβάνεται από τα φυτά συγκρατείται με χημικούς δεσμούς από την άργιλο του εδάφους. Η ύπαρξη μεγάλων συγκεντρώσεων νιτρικών ιόντων στο νερό των υδατορευμάτων είναι ένδειξη ρύπανσης.

Επισημαίνεται ακόμα ότι οι τρόποι χειρισμού του δάσους μπορούν να επηρεάσουν την ποιότητα του νερού των πηγών. Αποψιλωτικές υλοτομίες επιταχύνουν την ορυκτοποίηση της οργανικής ουσίας του εδάφους, ελαχιστοποιούν την πρόσληψη θρεπτικών ουσιών από τα φυτά και αυξάνουν τη διάβρωση του εδάφους. Αυτό έχει ως συνέπεια την αύξηση των νιτρικών ιόντων στο νερό των υδατορευμάτων καθώς και την αύξηση των διαλυτών στερεών σωματιδίων και των φερτών υλών.

Ο Πίνακας 3 δείχνει το προφίλ της χημείας του νερού σε πειραματική επιφάνεια ελάτης στην περιοχή Ευρυτανίας. Οι συγκεντρώσεις ιόντων αντιπροσωπεύουν ετήσιους σταθμικούς μέσους όρους κατά τη διάρκεια της περιόδου 1997-2001.

Υδρολογικές παράμετροι	Χημικές παράμετροι						
	pH	Αγωγιμότητα	SO ₄ ²⁻ -S	NH ₄ ⁺ -N	NO ₃ ⁻ -N	HCO ₃ ⁻	Na ⁺
Βροχή	5,46	19,4	0,85	0,46	0,31	59	0,82
Διαπερώσα βροχή	5,68	40,7	1,60	0,38	0,28	88	1,57
Εδαφικό διάλυμα	5,32	174	2,40	-*	1,35	-	2,92
Απορροή υδατορευμάτων	7,57	172	3,01	0,28	0,15	1422	5,82

* Δεν υπάρχουν πληροφορίες

Πίνακας 3. Σταθμικοί μέσοι όροι pH, αγωγιμότητας και ιόντων σε πειραματική επιφάνεια ελάτης. Η αγωγιμότητα εκφράζεται σε $\mu\text{S cm}^{-1}$, τα ιόντα SO₄²⁻-S, NH₄⁺-N, NO₃⁻-N και Na⁺ σε mg L^{-1} και τα HCO₃⁻ σε meq L^{-1} .

Για τη σύγκριση της χημείας του νερού δύο υδατορευμάτων παρατίθενται πληροφορίες χημικών αναλύσεων περιόδου 1982-1985 της Γενικής Δ/σης Εγγειοβελτιωτικών Έργων και Γεωργικών Διαρθρώσεων, υδατορεύματος περιοχής Πτολεμαΐδας (Πίνακας 4). Το υδατόρευμα αυτό τροφοδοτείται από τα απόβλητα του ατμοηλεκτρικού σταθμού και του δήμου Πτολεμαΐδας.

Όλες οι συγκεντρώσεις ιόντων καθώς και η αγωγιμότητα είναι αυξημένες σε σχέση με τις αντίστοιχες τιμές του υδατορεύματος περιοχής Ευρυτανίας.

Υδρολογικές παράμετροι	Χημικές παράμετροι						
	pH	Αγωγιμότητα	SO ₄ ²⁻ -S	NH ₄ ⁺ -N	NO ₃ ⁻ -N	HCO ₃ ⁻	Na ⁺
Απορροή υδατορεύματος Σολού	8,46	1219	162	4,50	5,50	1804	79,1

Πίνακας 4. Μέσοι όροι pH, αγωγιμότητας και ιόντων στο ρέμα Σολού περιοχής Πτολεμαΐδας. Η αγωγιμότητα εκφράζεται σε $\mu\text{S cm}^{-1}$, τα ιόντα SO₄²⁻-S, NH₄⁺-N, NO₃⁻-N και Na⁺ σε mg L⁻¹ και τα HCO₃⁻ σε $\mu\text{eq L}^{-1}$.

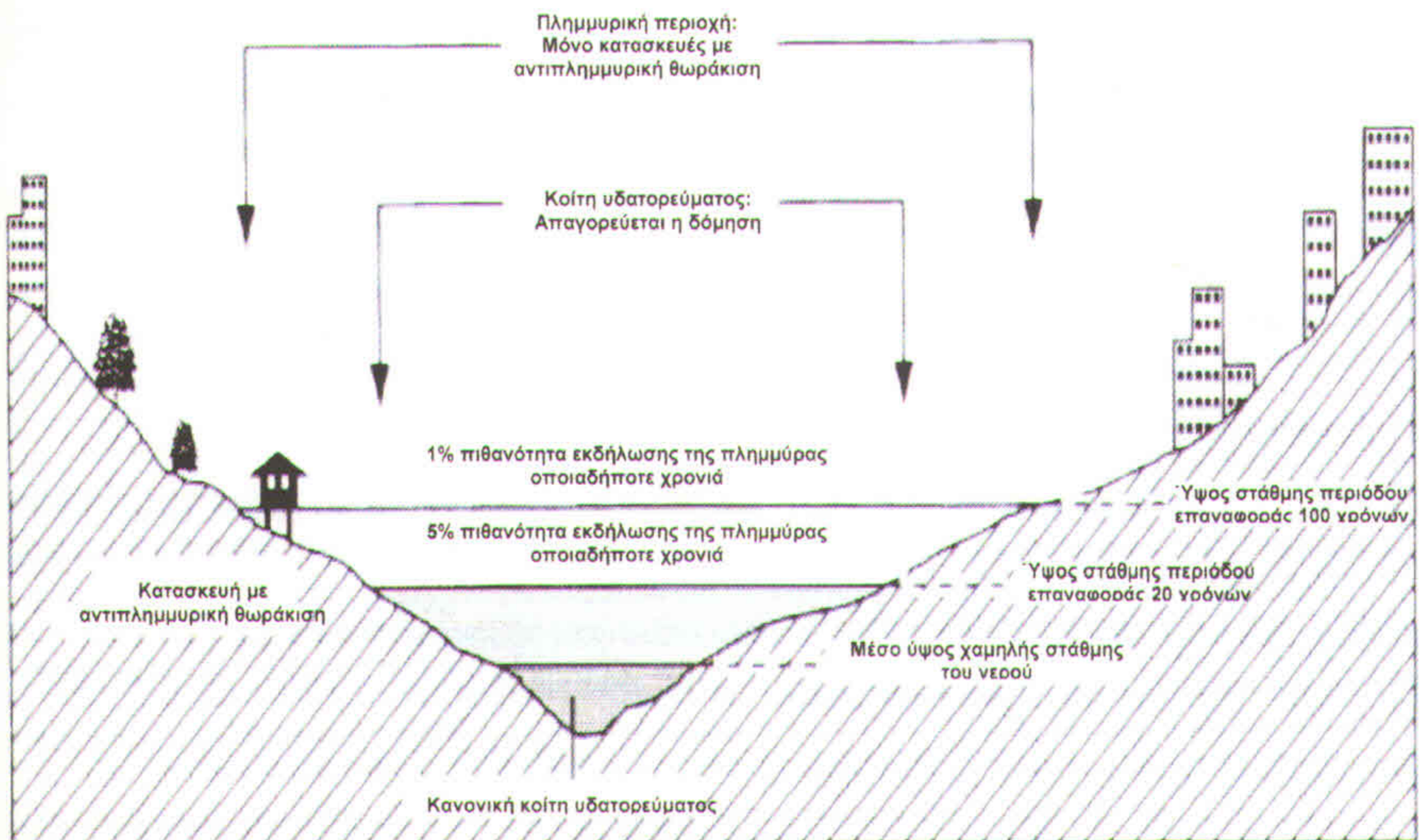
Από τις παραπάνω πληροφορίες για την ποιότητα του νερού συμπεραίνεται ότι, το δάσος, οι διάφοροι τρόποι χειρισμού του και το περιβάλλον, αλληλεπιδρούν στη διαμόρφωση της ποιότητας του νερού. Επομένως, η παρακολούθηση της χημείας του υδρολογικού κύκλου συμβάλλει στη γνώση για την καλύτερη διαχείρισή του.

4. Επίδραση του δάσους στις πλημμύρες

4.1 Εισαγωγή

Οι πλημμύρες – όπως είναι γνωστό – βρίσκονται στο ένα άκρο των διακυμάνσεων των υδρομετεωρολογικών φαινομένων (στο άλλο άκρο βρίσκονται οι ξηρασίες) και αποτελούν μια από τις πιο δραματικές και επικίνδυνες επιδράσεις μεταξύ του ανθρώπου και του περιβάλλοντος.

Βέβαια η επίδραση αυτή δεν είναι καινούρια, αφού ο άνθρωπος έζησε και πάλεψε με τις πλημμύρες καθ' όλη τη διάρκεια της μακραίωνης ιστορίας του. Η διαρκής αυτή πάλη του ανθρώπου εξηγείται αν ληφθεί υπόψη πως οι πλημμύρες είναι φυσικά φαινόμενα που επαναλαμβάνονται ανά ακαθόριστα συνήθως χρονικά διαστήματα και ακολουθούν τις εξάρσεις της μεταβλητότητας του καιρού και του κλίματος γενικότερα (Σχήμα 11). Επομένως πλημμύρες



Σχήμα 11. Σχεδιασμός χρήσεων γης σε πλημμυρική περιοχή υδατορεύματος

συνέβησαν και συμβαίνουν και σήμερα ακόμα, σε απομακρυσμένες περιοχές από τον άνθρωπο. Εκεί όμως, όποια και να είναι τα μεγέθη της πλημμυρικής παροχής και απορροής, το φαινόμενο παραμένει ασχολίαστο, αφού λείπει ο άνθρωπος που θα δεχόταν τις συνέπειες της πλημμύρας.

Σήμερα, είναι γεγονός αναμφισβήτητο πως για την εξομάλυνση των επιπτώσεων από τις πλημμύρες έχουν ληφθεί και κατασκευαστεί πολλά μέτρα και έργα αντίστοιχα. Αυτό συνέβη κυρίως στις αναπτυσσόμενες χώρες και σε μικρότερο βαθμό στις αναπτυσσόμενες. Όμως, παρά τα μέτρα και έργα για τις πλημμύρες, το πρόβλημα σήμερα σε πολλές χώρες στον κόσμο, είναι πιο έντονο από ό,τι ήταν στο παρελθόν. Αυτό ισχύει και για την Ελλάδα, όπου οι πλημμύρες της περασμένης, αλλά κυρίως της τρέχουσας χρονιάς, έπληξαν το μεγαλύτερο μέρος της, με σοβαρότατες συνέπειες.

Οι συνέπειες από τις πλημμύρες φαίνεται να οφείλονται στη διατάραξη από τον άνθρωπο των φυσικών χαρακτηριστικών των λεκανών απορροής που επηρεάζουν το μέγεθος των πλημμυρών και κυρίως στις παρεμβάσεις του στις παραρεμάτιες ζώνες και στην κοίτη των υδατορευμάτων. Ακόμα δεν πρέπει να αποκλείεται ως αιτία των ισχυρών βροχοπτώσεων και η πιθανή έναρξη της αλλαγής του κλίματος, οφειλόμενη στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Από τις πλημμύρες πλήττονται κυρίως οι πεδινές και αστικές περιοχές, ενώ το σύνολο των πλημμυρικών νερών προέρχεται από τις ορεινές λεκάνες. Οι περιοχές αυτές μπορεί να είναι ολικά ή μερικά δασωμένες. Για το λόγο αυτό η επίδραση του δάσους στο μέγεθος και τη συχνότητα εμφάνισης των πλημμυρών αποτέλεσε επί χρόνια θέμα συζήτησης τόσο μεταξύ των επιστημόνων όσο και μεταξύ της κοινής γνώμης. Με αυτά τα δεδομένα υπόψη, στο επόμενο υποκεφάλαιο παρουσιάζεται η επίδραση του δάσους στο μέγεθος των πλημμυρών.

4.2 Συμβολή του δάσους στη μείωση των πλημμυρικών νερών και των επιπτώσεών τους

Για πολλά χρόνια η ευεργετική επίδραση του δάσους στο μέγεθος και τη συχνότητα εμφάνισης των πλημμυρών είχε διαφορετική σημασία για τεχνικούς διαφόρων ειδικοτήτων. Για παράδειγμα, η ευεργετική επίδρασή του ήταν δόγμα για τους συντηρητές εδαφών, στόχος για τους μηχανικούς, "περίπλοκο πρόβλημα" για τους δασολόγους – υδρολόγους, ο ακρογωνιαίος

Διεργασίες	Χιλιοστά βροχής (mm)	Παρατηρήσεις
Υδατοσυγκράτηση πλατυφύλλων	15-20	Το ύψος βροχής που συγκρατείται από τα φυλλοβόλα πλατύφυλλα είναι διαφορετικό την αυξητική και χειμερινή περίοδο.
Υδατοσυγκράτηση κωνοφόρων	20-30	Η υδατοσυγκράτηση εξαρτάται από το δασικό είδος, την πυκνότητα της κόμης, τα χαρακτηριστικά της βροχής κλπ.
Διαβροχή εδάφους και επιφανειακή συγκράτηση	5	Η επιφανειακή συγκράτηση οφείλεται στις μικροκοιλότητες και τις μικροεξάρσεις του εδάφους.
Διαβροχή δασικής φυλλάδας	1,5 -2,0 χιλιοστά/ 1 εκ. πάχους φυλλάδας	Η ποσότητα νερού για τη διαβροχή διαφέρει στη φυλλάδα φυλλοβόλων και πλατύφυλλων ειδών.
Ταχύτητα ροής νερού εντός του εδάφους (Υπεδάφια απορροή)		Η ταχύτητα της υπεδάφιας απορροής είναι πολύ μικρότερη σε σχέση με την επιφανειακή και αυτό συμβάλλει στην εξομάλυνση της απόκρισης της λεκάνης.
Προστασία του εδάφους από τη διάβρωση και μείωση φερτών υλών		Είναι η σημαντικότερη συνεισφορά του δάσους στη μείωση της πλημμυρικής αιχμής, της απορροής και των δυσμενών επιπτώσεων στα πεδινά μέρη.

Πίνακας 5. Συμβολή του δάσους στην εξομάλυνση του μεγέθους των πλημμυρών.

λίθος για τους ειδικούς χάραξης πολιτικής διαχείρισης των φυσικών πόρων και "βάση" για κάθε

πρόγραμμα εξομάλυνσης των πλημμυρών. Συχνά, υπήρξε και έντονη "διαμάχη", μεταξύ των τεχνικών διαφόρων ειδικοτήτων σε διάφορες χώρες, για το ποια έργα πρέπει να κατασκευάζονται στην ορεινή και πεδινή λεκάνη για τη μείωση των επιπτώσεων από τις πλημμύρες, ή αν τα μεγάλα φράγματα και οι ταμιευτήρες επιλύουν το πλημμυρικό πρόβλημα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα ήταν η "διαμάχη" μεταξύ γεωτεχνικών και τεχνικών στην Αμερική για το παραπάνω θέμα. (The flood control controversy) που κράτησε πενήντα ολόκληρα χρόνια (1910-1960).

Στις μέρες μας όμως, η συμβολή του δάσους στην μείωση των πλημμυρών μπορεί να εκτιμηθεί εάν "αθροισθούν" οι επιμέρους ευεργετικές του επιδράσεις, οι οποίες συνιστούν το "υδρολογικό βάθος" μιας δασωμένης λεκάνης απορροής. Προς την κατεύθυνση αυτή συνέβαλε σημαντικότερα η υδρολογική έρευνα των τελευταίων δεκαετιών που διεξήχθη σε διάφορες χώρες και κυρίως σε πειραματικές λεκάνες απορροής. Στους πίνακες 5 & 6 παρουσιάζονται οι επιμέρους ευεργετικές επιδράσεις μιας δασωμένης λεκάνης απορροής για τη μείωση των πλημμυρών.

Από τα στοιχεία αυτά διαπιστώνεται ότι μια δασωμένη λεκάνη απορροής έχει τη δυνατότητα να συγκρατεί σημαντικό ύψος βροχής ενός επεισοδίου, ικανού να δημιουργήσει πλημμυρικά

Είδος εδάφους	Πορώδες εδάφους (αναλογία κατ' όγκον)	Συγκράτηση υγρασίας (mm/1 cm βάθος εδάφους)		
		Μέχρι το σημείο μόνιμου μαρασμού	Μεταξύ του σημείου μόνιμου μαρασμού και υδατοχωρητικότητας	Χώρος μακροπόρων
Εδάφη λεπτής άμμου	0,41	0,6	0,5	3,0
Αμμοπηλώδη	0,42	0,6	0,8	2,8
Αμμοπηλώδη λεπτής γης	0,44	0,7	1,2	2,5
Πηλώδη	0,46	1,0	1,4	2,2
ΐλυοπηλώδη	0,47	1,3	1,5	1,9
Ελαφρά αργιλοπηλώδη	0,48	1,5	1,5	1,8
Αργιλοπηλώδη	0,49	1,7	1,5	1,7
Βαριά αργιλοπηλώδη	0,50	2,0	1,3	1,7
Αργιλώδη	0,52	2,3	1,2	1,7

Πίνακας 6. Συγκράτηση υγρασίας από διάφορες κατηγορίες εδαφών.

φαινόμενα. Στη θετική αυτή συνεισφορά του δάσους, πρέπει να προστεθεί και η μικρή σχετικά ποσότητα των φερτών υλών στην απορροή του υδατορεύματος λόγω προστασίας του εδάφους από τη βλάστηση. Οι δύο αυτές θετικές επιδράσεις του δάσους συμβάλλουν στη μείωση της πλημμυρικής αιχμής και της απορροής του υδατορεύματος και στη συνέχεια στον περιορισμό των πλημμυρικών επιπτώσεων στην πεδινή κυρίως περιοχή.

Πρέπει όμως να επισημανθεί ότι το "υδρολογικό βάθος" διαφέρει από λεκάνη σε λεκάνη αφού εξαρτάται από την πυκνότητα της βλάστησης και τα χαρακτηριστικά του εδάφους. Όσον αφορά στο έδαφος, μεγάλη σημασία για τη συγκράτηση της βροχής έχει ο τύπος και το βάθος του. Το "υδρολογικό βάθος" όμως διαφέρει και στην ίδια λεκάνη με το χρόνο, αφού εξαρτάται άμεσα από τις υγρασιακές της συνθήκες πριν την έναρξη της βροχής.

Από τις παραπάνω πληροφορίες γίνεται φανερό ότι οι δασωμένες λεκάνες έχουν τη δυνατότητα να αποτρέπουν τις πλημμύρες από περιστατικά βροχής συνηθισμένου έως μέσου ύψους. Το γεγονός όμως αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό αφού οι πλημμύρες αυτές έχουν μικρή περίοδο επαναφοράς. Επιπλέον πρέπει να ληφθεί υπόψη πως σήμερα, λόγω αλλαγής των χρήσεων γης (Εικόνα 27) και επεμβάσεων στις παραρεμάτιες ζώνες και την κοίτη των υδατορευμάτων, οι ζημιές είναι πολύ σημαντικές και από πλημμύρες με μικρή περίοδο

επαναφοράς. Για παράδειγμα, εκτιμάται, πως μια πλημμύρα σήμερα με περίοδο επαναφοράς 20



Εικόνα 27. Πλημμυρική συμπεριφορά υδρολογικής λεκάνης μετά την καταστροφή του δάσους από πυρκαγιά.

χρόνων, προξενεί, για τους παραπάνω λόγους, ζημιές ίσες με εκείνες μιας πλημμύρας με περίοδο επαναφοράς 100 χρόνων στο παρελθόν.

Η θετική όμως επίδραση του δάσους στην εξομάλυνση των πλημμυρών θα ήταν ελλιπής χωρίς την επισήμανση της δυνατότητας αυτού να περιορίζει την ένταση και τα φαινόμενα των πλημμυρών από ακραία επεισόδια βροχής, αλλά χωρίς να έχει τη δυνατότητα να τις αποτρέψει. Κατά τη διάρκεια τέτοιων επεισοδίων, ενώ η παροχή των υδατορευμάτων μιας δασωμένης λεκάνης

απορροής είναι υψηλή, δε δημιουργείται επιφανειακή απορροή στις πλαγιές της. Το γεγονός αυτό φανερώνει πως η βροχή διηθείται εντός του εδάφους και σημαντικό μέρος αυτής δια των μακροπόρων του, καταλήγει στην κοίτη του πλησιέστερου υδατορεύματος, χωρίς να διαβρώνεται το έδαφος. Στις περιπτώσεις αυτές έχει προφανώς καλυφθεί το "υδρολογικό βάθος της λεκάνης απορροής" και η συνεισφορά του δάσους στη μείωση των πλημμυρών αποδίδεται στον περιορισμό των φερτών υλών που θα προερχόταν από τις πλαγιές της λεκάνης, καθώς επίσης και στη μικρή σχετικά ταχύτητα της ροής του νερού διαμέσου του εδάφους. Επομένως, η συνεισφορά του δάσους στην αποτροπή ή τη μείωση των πλημμυρών είναι θετική για κάθε πλημμυρογόνο ύψος βροχής.

5. Αντί επιλόγου

Οι ορεινές λεκάνες απορροής με την αλληλεπίδραση δάσους – χρήσεων γης, εδάφους και νερού, αναγνωρίστηκαν εδώ και αιώνες από λαούς με προϊστορία και πολιτισμό ως ιδανικές μονάδες διαχείρισης τόσο του νερού όσο και των άλλων φυσικών τους πόρων. Επίσης αναγνωρίστηκαν και ως μονάδες καθοριστικής επίδρασης στην κάθε είδους ανάπτυξη και προστασία των αντίστοιχων πεδινών περιοχών. Για παράδειγμα οι Κινέζοι, χίλια χρόνια περίπου πριν τη γέννηση του Χριστού, τόνιζαν πως «όποιος κυβερνάει τα βουνά, κυβερνάει και τα ποτάμια» και «τα πράσινα βουνά δίνουν συνεχή και καθαρά νερά». Στους λαούς αυτούς περιλαμβάνονται βέβαια και οι αρχαίοι μας πρόγονοι, όταν ο Πλάτωνας έγραφε πως «Τα νερά που στέλνει ο Δίας, όταν ρέουν μέσα από τη βλάστηση των βουνών, δε βλάπτουν αλλά ωφελούν την πόλη».

Οι γνώσεις όμως για την αλληλεπίδραση και διαχείριση των φυσικών πόρων των ορεινών λεκανών απορροής δε χρησιμοποιήθηκαν εποικοδομητικά για μακρό χρονικό διάστημα. Πιο συγκεκριμένα, η αύξηση του πληθυσμού και των αναγκών του, καθώς και κάθε άλλης μορφής ανεξέλεγκτα γεγονότα, συνέβαλαν στην υπερεκμετάλλευση της βλάστησης, του νερού, του εδάφους κλπ. και τελικά στην υποβάθμιση των ορεινών λεκανών απορροής σε πολλές χώρες, συμπεριλαμβανομένης και της Ελλάδας.

Η συστηματική αντιμετώπιση του παραπάνω προβλήματος στην Ελλάδα από τη Δασική Υπηρεσία άρχισε το 1931. Στην πορεία των χρόνων που ακολούθησαν, οι επεμβάσεις

ανόρθωσης είχαν πολλές αυξομειώσεις και τα τελευταία χρόνια ο ρυθμός τους είναι αρνητικός. Αλλά παρόλα αυτά, τα φυτοτεχνικά και τεχνικά έργα που αναφέρθηκαν, καθώς και η διαχείριση των δασών και των δασικών εκτάσεων συνέβαλαν, κατά το μέτρο του δυνατού, στην εξομάλυνση των προβλημάτων περίσσειας ή έλλειψης νερού, καθώς και των σχετικών επιπτώσεων από αυτά. Σήμερα όμως, είναι γεγονός αναμφισβήτητο πως η κρίση του νερού στη χώρα μας είναι περισσότερο σοβαρή όσο ποτέ.

Η σοβαρότητα της κρίσης διαπιστώνεται από τις τεράστιες επιπτώσεις που έχει κάθε επεισόδιο βροχής που εκδηλώνεται τελευταία. Τα περισσότερα μάλιστα από αυτά χαρακτηρίζονται και ως ακραία. Η αλήθεια πάντως είναι πως στην εποχή μας, η συνεχής αύξηση του πληθυσμού και των απαιτήσεών του, η κάθε μορφής τεχνική και τεχνολογική ανάπτυξη και η διείσδυση του ανθρώπου σε όλους τους χώρους εκδήλωσης και δράσης των καιρικών φαινομένων, έκαναν τις σχέσεις μας με τον καιρό από στενότερες έως ασφυκτικές. Το χειρότερο ακόμα είναι πως σημαντικό μέρος από τις ανθρώπινες δραστηριότητες των τελευταίων δεκαετιών, νόμιμες ή παράνομες, πραγματοποιήθηκαν χωρίς να ληφθεί υπόψη η μεταβλητότητα του καιρού και του κλίματος γενικότερα. Πιο αναλυτικά, μετά την εκδήλωση ισχυρών γενικά βροχοπτώσεων τις δεκαετίες του 1950 και 1960 στη χώρα μας, ακολούθησαν σαράντα τουλάχιστον χρόνια χωρίς εκτεταμένες, έντονες και μεγάλης διάρκειας βροχοπτώσεις. Κατά την περίοδο αυτή η χώρα μας αντιμετώπισε επίσης και 3-4 μεγάλες ξηρασίες. Οι συνθήκες αυτές συνέβαλαν στην επέκταση των αναπτυξιακών δραστηριοτήτων όχι μόνο στις παραρεμάτιες ζώνες, αλλά και στις ίδιες τις κοίτες των υδατορευμάτων. Σύμφωνα με την κατάσταση αυτή που διαμορφώθηκε, οι επιπτώσεις σήμερα από ένα μεγάλο επεισόδιο βροχής το οποίο έχει την ίδια ένταση με εκείνη που το ίδιο είχε στο παρελθόν, είναι από σοβαρότερες έως τραγικές.

Η επίλυση ή τουλάχιστον η εξομάλυνση των προβλημάτων του νερού στη χώρα μας σήμερα είναι επιτακτική ανάγκη. Τα προβλήματα όμως αυτά είναι πολύπλοκα και πολύπλευρα. Επομένως κάθε τεχνικός και ανάλογα με την ειδικότητά του, μπορεί να συμβάλλει προς αυτή την κατεύθυνση. Σύμφωνα με την άποψη αυτή, η συνεισφορά της Δασικής Υπηρεσίας στην αντιμετώπιση της κρίσης του νερού πρέπει να επικεντρώνεται στα παρακάτω σημεία:

1. Στην αειφορική διαχείριση και προστασία των δασωμένων λεκανών απορροής για τη συνέχιση των ευεργετικών επιδράσεων της βλάστησης και του εδάφους στην απορροή των υδατορευμάτων τους και στις πλημμύρες.

Κατά τη διαχείριση της βλάστησης στις δασωμένες λεκάνες απορροής και σε σχέση με το νερό, ιδιαίτερη έμφαση πρέπει να δίνεται:

- 1.1 Στο σχεδιασμό, στην κατασκευή και συντήρηση των δασικών δρόμων, αφού αυτοί μπορεί να αποτελέσουν σοβαρές εστίες παραγωγής των φερτών υλών και έναρξης των κατολισθήσεων.
- 1.2 Στη χρήση μεθόδων συγκομιδής, μετατόπισης και μεταφοράς των δασικών προϊόντων που επιφέρουν την ελάχιστη διατάραξη του εδάφους, για αποφυγή διάβρωσης αυτού και δημιουργίας επιφανειακής απορροής.
- 1.3 Στην προστασία των "παραρεμάτιων ζωνών" για τη διατήρηση της υψηλής ποιότητας του νερού και της πανίδας των ορεινών υδατορευμάτων.
- 1.4 Στην περαιτέρω έρευνα των σχέσεων δάσους, εδάφους και νερού.
- 1.5 Στην προστασία της βλάστησης από πυρκαγιές και άλλες αιτίες.
- 1.6 Στην ταμίευση της χειμερινής απορροής σε επιλεγμένες θέσεις της ημιορεινής κοίτης των υδατορευμάτων και χρησιμοποίηση αυτής τη θερινή περίοδο.

2. Στην ανόρθωση των υποβαθμισμένων λεκανών απορροής με τη λήψη και κατασκευή των αναγκαίων μέτρων και έργων που θα συμβάλλουν στην προστασία του

εδάφους, στην αποκατάσταση της βλάστησης και στην επανέναρξη των ευεργετικών αλληλεπιδράσεων δάσους, εδάφους και νερού.

Για την ανόρθωση των υποβαθμισμένων λεκανών απορροής, εκτός των ενεργειών σε δασωμένες λεκάνες, συνιστάται:

- 2.1 Η ενδεδειγμένη χρήση των εδαφών.
- 2.2 Η ανόρθωση υποβαθμισμένων θέσεων των λεκανών με φυτοκομικά και φυτοτεχνικά έργα.
- 2.3 Η κατασκευή φραγμάτων (αναβαθμών) στις κοίτες των υδατορευμάτων για την προστασία τους από περαιτέρω διάβρωση, τη συγκράτηση φερτών υλών και τη βελτίωση της υδρολογικής τους συμπεριφοράς.
- 2.4 Η προστασία και συντήρηση των παραπάνω έργων.
- 2.5 Η περαιτέρω έρευνα και μελέτη των μεθόδων και τεχνικών ανόρθωσης των υποβαθμισμένων λεκανών απορροής.
- 2.6 Η λεπτομερής εξέταση των επιδράσεων των παραπάνω έργων στην αντίστοιχη πεδινή περιοχή και η θεώρηση ολοκλήρου της λεκάνης απορροής ως ενιαίας μονάδας διαχείρισης των φυσικών της πόρων.

Απαραίτητη και αναγκαία προϋπόθεση για την αποτελεσματικότητα των παραπάνω μέτρων και έργων και την ανταπόκριση αυτών στις ανάγκες και απαιτήσεις της σημερινής κοινωνίας, είναι ο σχεδιασμός τους με βάση τεχνικοοικονομικά, κοινωνικά, περιβαλλοντικά, οικολογικά, πολιτικά και πολιτιστικά κριτήρια. Η εξέταση και ενσωμάτωση των παραπάνω κριτηρίων στις δραστηριότητες μιας λεκάνης απορροής, συμβάλλουν στην ορθολογική διαχείριση των φυσικών της πόρων και στη βιώσιμη ανάπτυξή της.

