

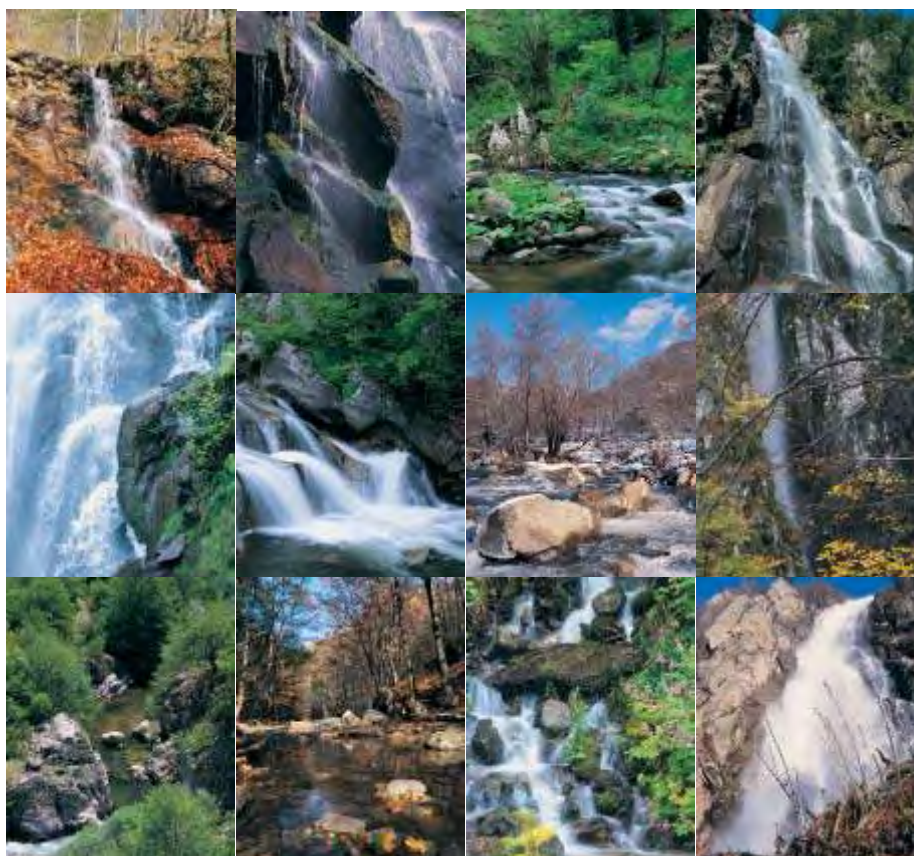


## ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ  
ΥΔΑΤΙΝΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**Ο υδρονομικός ρόλος του δάσους στην περιοχή της  
λίμνης Ν. Πλαστήρα**



**ΚΑΛΛΙΟΠΗ Δ. ΝΙΚΟΥΣΗ**

**ΒΟΛΟΣ 2007**

Ο υδρονομικός ρόλος του δάσους στην περιοχή της  
λίμνης Ν. Πλαστήρα

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή:

1. **Μάριος Σαπουντζής**, Λέκτορας, Γνωστικό αντικείμενο: Υδρολογία Επιφανειακών Υδάτων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας (Επιβλέπων)
2. **Γεώργιος Δήμος**, Αναπληρωτής Καθηγητής, Γνωστικό αντικείμενο: Μαθηματικά, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας (Μέλος)
3. **Παναγιώτης Στεφανίδης**, Αναπληρωτής Καθηγητής, Γνωστικό αντικείμενο: Διευθετήσεις Ορεινών Υδάτων, Γενική Υδρολογία και Υδραυλική, Ποταμολογία - Γεωμορφολογία, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης (Μέλος)

Αφιερώνεται στην οικογένειά μου,  
που ως ηθικοί και υλικοί αρωγοί,  
επωμίστηκαν αγόγγυστα το βάρος  
των σπουδών μου.

## Ευχαριστίες

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή εκπονήθηκε στο πλαίσιο της ολοκλήρωσης των μεταπτυχιακών μου σπουδών στο Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών με τίτλο «Αειφορική Διαχείριση Υδατικού Περιβάλλοντος» του Τμήματος Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

Η βασική ιδέα της διατριβής προέκυψε σε συνεργασία με τον λέκτορα του τμήματος κ. Μάριο Σαπουντζή και στη συνέχεια υπό την επίβλεψη και καθοδήγησή του οριστικοποιήθηκαν οι βασικοί άξονες της έρευνας και το γενικό πλάνο εργασίας.

Το θέμα της διατριβής είναι «Ο υδρονομικός ρόλος του δάσους στην περιοχή της λίμνης Ν. Πλαστήρα» και αποτελεί μια προσπάθεια ανάδειξης του προστατευτικού και υδρολογικού ρόλου του δάσους σε μια εποχή που τα ζητήματα του νερού προβάλλουν επικίνδυνα επίκαιρα.

Με την περάτωση της εργασίας, θεωρώ υποχρέωσή μου να ευχαριστήσω θερμά τον καθηγητή μου κ. Μάριο Σαπουντζή, τόσο για την εισήγησή του στην επιτροπή για την ανάθεση του θέματος, όσο και για το αμείωτο ενδιαφέρον που έδειξε καθ' όλη τη διάρκεια εποπτείας της διατριβής μου αλλά και σε όλο το διάστημα των μεταπτυχιακών μου σπουδών. Η υποστήριξή του σε κάθε επίπεδο, από την διάθεση βιβλιογραφικών πηγών έως την λύση σε κάθε ζήτημα που προέκυπτε και η πάντα ανοιχτή πόρτα του γραφείου του εκτιμώνται δεόντως και αποτελούν λόγο επιπλέον ευχαριστιών.

Θερμές ευχαριστίες εκφράζονται επίσης στον Αναπληρωτή Καθηγητή του τμήματος Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος κ. Γεώργιο Δήμο

για την διαρκή του συμπαράσταση καθ' όλη τη διάρκεια των μεταπτυχιακών μου σπουδών, για την συμμετοχή του στην εξεταστική επιτροπή, τις υποδείξεις και διορθώσεις του και την εκπαιδευτική του συμβολή στην διεκπεραίωση αυτής της ερευνητικής προσπάθειας.

Επίσης, θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον Αναπληρωτή Καθηγητή της Σχολής Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης κ. Παναγιώτη Στεφανίδη για τον κόπο της συμμετοχής του στην εξεταστική επιτροπή, αρκετά χιλιόμετρα μακριά από την έδρα του, τις υποδείξεις και τις διορθώσεις του με σκοπό την αρτιότητα της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής.

Πολλές θερμές ευχαριστίες για τον Καθηγητή του Τμήματος Δασοπονίας και Διαχείρισης Φυσικού Περιβάλλοντος κ. Στέργιο Βέργο που με την ιδιότητα του Καθηγητή συνεργαζόμενου Τμήματος και Διδάσκοντα στο Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών σπουδών αλλά και αυτή του σεβαστού και αγαπητού παλιού μου Καθηγητή, συνέβαλε αποφασιστικά στην εκπόνηση της παρούσας διατριβής. Η συμβολή του με προφορικές ανακοινώσεις, μεταφράσεις γερμανόφωνων βιβλιογραφικών πηγών και διάθεσης πληθώρας δημοσιεύσεων αλλά κυρίως η προθυμία του για βοήθεια με καθιστούν υπόχρεη.

Ευχαριστώ επίσης τον Καθηγητή Δασικής Εδαφολογίας του Τμήματος Δασοπονίας και Διαχείρισης Φυσικού Περιβάλλοντος και παλιό μου Καθηγητή κ. Βύρων Τάντο για την διάθεση βιβλιογραφικών πηγών.

Θα ήταν παράληψη να μην ευχαριστήσω το Δασαρχείο Καρδίτσας και ιδιαίτερα τον δασολόγο κ. Σωτήριο Στουρνάρα, για την διάθεση της Διαχειριστικής

Μελέτης της περιοχής έρευνας και το χρόνο που αφιέρωσε απαντώντας στα ερωτήματά μου.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω την Αναπτυξιακή Καρδίτσας (ΑΝΚΑ) και ιδιαίτερα τον Γεωλόγο του Τμήματος Πληροφορικής κ. Κωνσταντίνο Παλαιοχωρίτη για την διάθεση των χαρτών της Ειδικής Περιβαλλοντικής Μελέτης της λίμνης Ν. Πλαστήρα σε ηλεκτρονική μορφή και τον γεωδετημένο τοπογραφικό χάρτη της περιοχής έρευνας που αποτέλεσε τη βάση πάνω στην οποία εργάστηκα με τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών. Ακόμη, από το τμήμα Περιβάλλοντος, οφείλω να ευχαριστήσω τους συναδέρφους και φίλους Δασοπόνο κα Αφροδίτη Τσικρικά και Βιολόγο κ. Θεόφιλο Μπρουζιώτη για την διάθεση μελετών σχετικών με την περιοχή έρευνας.

Ευχαριστίες εκφράζονται επίσης στην καθηγήτρια Αγγλικής Φιλολογίας, καθηγήτριά μου και φίλη κα Ελένη Μπακάλη-Ζάχου για την συμβολή της στην αρτιότερη παρουσίαση του abstract της παρούσας Μεταπτυχιακής Διατριβής και την Περιβαλλοντική χαρτογράφο, συνάδερφο και φίλη κα Άννα Μπλάντα για τις συμβουλές τις στο αντικείμενο των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών.

Τελευταία αφήνω τις ευχαριστίες προς την οικογένειά μου που χωρίς την ηθική και υλική συμπαράσταση των μελών της θα ήταν αδύνατον να ολοκληρώσω τις σπουδές μου.

Απρίλιος 2007

Καλλιόπη Δ. Νικούση

## Περίληψη

Στη σημερινή εποχή, με τα ζητήματα του νερού να προβάλλουν επίκαιρα όσο ποτέ, η επιστημονική κοινότητα καλείται να δώσει λύσεις αξιοποιώντας το δάσος και αναδεικνύοντας τον υδρονομικό του ρόλο.

Η συμβολή του δάσους στην προστασία των δασικών εδαφών και του γεωλογικού υπόβαθρου (αντιδιαβρωτική προστασία) καθώς και ο ρυθμιστικός του ρόλος στο υδατικό ισοζύγιο μιας περιοχής είναι τα ζητήματα με τα οποία ασχολείται η παρούσα Μεταπτυχιακή Διατριβή, ενώ φιλοδοξεί να δώσει απαντήσεις σε ερωτήματα όπως πώς η δομή και οι διαχειριστικές μορφές του δάσους επιδρούν στην παραγωγή νερού και στην προστασία του εδάφους από φαινόμενα διάβρωσης, ποια η υδρονομική σημασία των τρόπων διαχείρισης και ποιοι δασοκομικοί χειρισμοί συμβάλλουν στην αειφορική διαχείριση του νερού.

Η περιοχή έρευνας τοποθετείται στο νοτιοδυτικό τμήμα του νομού Καρδίτσας, δυτικά της λίμνης Ν. Πλαστήρα. Αποτελεί τμήμα του δημόσιου δασικού συμπλέγματος των Αγράφων και περιλαμβάνει τρία δασικά τμήματα και έξι συνολικά συστάδες του δάσους Μπελοκομύτη.

Στην ερευνητική αυτή εργασία μελετήθηκαν τα φαινόμενα της υδατοσυγκράτησης, της διαπερώσας βροχής και της εξατμισοδιαπνοής και ο ρόλος του ριζικού συστήματος των δασικών δέντρων. Τα δέντρα συγκρατούν στην κόμη τους ένα ποσοστό βροχής και με τις ρίζες τους στερεώνουν το έδαφος εμποδίζοντας την ταχεία επιφανειακή ροή του νερού, αναγκάζοντας τα νερά της βροχής να απορρέουν αργά διαμέσου του δασικού εδάφους, εμπλουτίζοντας τα υπόγεια υδροφόρα στρώματα και τροφοδοτώντας τις πηγές, αποτρέποντας παράλληλα τη διάβρωση του εδάφους.



Το κλίμα, το ανάγλυφο, η βλάστηση και το γεωλογικό υπόθεμα είναι οι τέσσερις βασικοί παράγοντες που καθορίζουν τον τρόπο και τη διαδικασία κίνησης του απορρέοντος νερού.

Για την περιοχή έρευνας, αναλύθηκαν διεξοδικά οι παραπάνω παράγοντες, δίνοντας ιδιαίτερη έμφαση στην βλάστηση και στις μορφές που αυτή εμφανίζει. Περιγράφηκαν οι συστάδες της περιοχής έρευνας ως προς την ηλικία και τη σύνθεσή τους και τη διαχειριστική τους μορφή και οι δασοκομικοί χειρισμοί που έχουν γίνει σε αυτές.

Ακολούθησε κατάταξη σε χειμαρρικούς μικρότυπους κατά Κωτούλα (1969) και περιγράφηκαν τα περιβάλλοντα, τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα των οικοτύπων και η μορφολογία του τοπίου. Αναφέρθηκαν οι περιοχές εμφάνισης του χειμαρρικού μικρότυπου πέραν της περιοχής έρευνας, καθώς και οι αρχές και τα μέτρα διευθέτησης των χειμαρρικών φαινομένων και ελέγχου του απορρέοντος νερού.

Για τις λεκάνες απορροής που οριοθετήθηκαν στην περιοχή έρευνας μέσω Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών, υπολογίστηκαν τα μορφομετρικά και υδρογραφικά τους χαρακτηριστικά.

Για τον υπολογισμό του υδατικού ισοζυγίου δόθηκε ιδιαίτερη έμφαση στον προσδιορισμό της υδατοσυγκράτησης, αφού η κομοστέγη του δάσους, ανάλογα με το δασοπονικό είδος, την πυκνότητα του δάσους, την εποχή του έτους, την ένταση και την διάρκεια της βροχής, συγκρατεί ένα μέρος του νερού της βροχής το οποίο δεν φτάνει ποτέ στο έδαφος, αλλά εξατμίζεται και επιστρέφει στην ατμόσφαιρα. Ο προσδιορισμός της υδατοσυγκράτησης έγινε με βάση την βιβλιογραφία (Παυλίδης, 2005) ενώ η μηνιαία εξατμισοδιαπνοή υπολογίστηκε

σύμφωνα με τη μέθοδο Turc. Ο υπολογισμός της διήθησης έγινε με τη χρήση του δείκτη CN (Curve Number) της SCS της κάθε λεκάνης και υπολογίστηκε η μέγιστη ποσότητα που μπορεί να αποθηκευτεί μέσα στην ακόρεστη ζώνη του εδάφους. Ακολούθως με τη μέθοδο Thorthwaite και Mather, προσδιορίστηκε το υδατικό ισοζύγιο της περιοχής έρευνας.

**Λέξεις κλειδιά:** υδρονομικό δάσος, δασοκομικοί χειρισμοί, υδατοσυγκράτηση, δασική υδρολογία, απορροή

## Περιεχόμενα

<b>1. Εισαγωγή</b>	14
<b>2. Υλικά και μέθοδοι</b>	18
2.1. Περιοχή έρευνας	18
2.2. Μέθοδος έρευνας	22
2.3. Βιβλιογραφική ανασκόπηση	24
2.3.1. Κατάταξη και διάκριση των σπουδαιότερων δασικών φυτοκοινωνιών της χώρας μας	24
2.3.2. Διάρθρωση του δάσους, δασοκομικοί χειρισμοί	34
2.3.2.1. Οριζόντια διάρθρωση του δάσους	34
2.3.2.2. Κατακόρυφη διάρθρωση του δάσους – Ορόφωση	36
2.3.2.3. Βαθμός συγκόμωσης	37
2.3.2.4. Σύνθεση συστάδων	38
2.3.2.4.1. Αμιγείς συστάδες	38
2.3.2.4.2. Μεικτές συστάδες	41
2.3.2.5. Υλοτομία, υλοτόμια και δημιουργούμενα δασογενή περιβάλλοντα	46
2.3.3. Διαχειριστικές μορφές	48
2.3.3.1..Πρεμνοφυής μορφή	48
2.3.3.2. Σπερμοφυής μορφή	50
2.3.3.3. Διφυής μορφή	52
2.3.4. Δασοπονικές ή λειτουργικές μορφές	54
2.3.4.1. Ομήλικη	54
2.3.4.2. Κηπευτή	55

2.3.4.3. Υποκηπευτή	58
2.3.4.4. Επιδιωκόμενες δασοπονικές μορφές	61
2.3.5. Φυσική αναγέννηση συστάδων	63
2.3.6. Αναγέννηση πρεμνοφυών συστάδων	73
2.3.7. Αναγωγή πρεμνοφυών δασών	77
2.3.8. Έννοιες και όροι της δασικής Υδρολογίας	85
2.3.8.1. Υδατοσυγκράτηση	85
2.3.8.2. Ο χαρακτήρας της βροχής και η σχετική υγρασία της ατμόσφαιρας	93
2.3.8.3. Το δασοπονικό είδος και η ηλικία των δέντρων	93
2.3.8.4. Μορφή των δασοπονικών ειδών και habitus της κόμης	94
2.3.9. Σχέσεις δάσους και νερού	96
2.3.9.1. Δασοπονικά είδη, δάσος και νερό	96
2.3.9.2. Πρόσληψη και κατανάλωση νερού από τα δασικά δένδρα	97
2.3.9.3. Διαπνοή	100
2.3.9.4. Διαπνοή δασοσυστάδων	104
2.3.9.5. Δάσος και ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα	107
2.3.9.5.1. Δάσος και βροχές	107
2.3.9.5.2. Επίδραση του δάσους στις βροχές	108
2.3.9.5.3. Δασική βλάστηση και χιόνι	110
2.3.9.6. Δάσος, άνεμοι και η συμβολή τους στην εξάτμιση	115
2.3.9.7. Υγρασία του εδάφους και δάσος	117

2.3.9.8. Δασικός χούμος και νερό	120
2.3.9.9. Δασικά εδάφη και υδρολογικός κύκλος	122
2.3.9.10. Επιφανειακή απορροή, διάβρωση	124
2.3.9.11. Δάσος και υπόγειο νερό	129
2.3.9.12. Δάσος και πηγές	130
2.3.10. Η επίδραση του δάσους στην απορροή	132
2.3.10.1. Ποσοστό δάσωσης και απορροή	136
2.3.10.3. Αναδασώσεις και απορροή	137
2.3.10.3. Παράγοντες που επηρεάζουν την απορροή	138
2.3.10.4. Καθαρή και απορροϊκή βροχή	139
2.3.11. Εξατμισοδιαπνοή Ε	140
2.3.11. Συγκράτηση από τη φυτοκάλυψη	143
2.3.13. Μέτρηση των απωλειών συγκράτησης	145
2.3.14. Δάσος και ποιότητα νερού	157
<b>3. Αποτελέσματα</b>	161
3.1 Υπάρχουσες συνθήκες	161
3.1.1. Τοπογραφική διαμόρφωση – Ανάγλυφο	161
3.1.2. Γεωλογία – Έδαφος	162
3.1.3. Κλίμα	170
3.1.4. Υπάρχουσα υποδομή	177
3.1.5. Κοινωνικοοικονομικές συνθήκες της περιοχής	178
3.2 Βλάστηση	179
3.2.1. Οικοσυστήματα της περιοχής	180
3.2.2 Περιγραφή των δασικών συστάδων και τμημάτων	189

3.3 Ταξινόμηση σε χειμαρρικούς μικροτύπους	218
3.3.1. Χαρακτηριστικά χειμαρρικών μικροτύπων	220
3.4 Μορφομετρικά και υδρογραφικά χαρακτηριστικά των λεκανών απορροής	231
3.5 Υδατικό ισοζύγιο	
3.5.1 Σχέση κομοδιαβροχής και υδατοσυγκράτησης σε σχέση με τα χαρακτηριστικά του φυλλώματος για τα κυρίαρχα είδη της περιοχής έρευνας	250
3.5.2. Προσδιορισμός υδατοσυγκράτησης	257
3.5.3. Προσδιορισμός εξατμισοδιαπνοής	274
3.5.4 Προσδιορισμός επιφανειακής απορροής και διήθησης	278
3.6. Δασοκομικοί χειρισμοί και ο υδρολογικός τους ρόλος	285
3.6.1. Επίδραση της διαχείρισης των δασών στην υδατική κατάσταση	285
3.6.2. Οι συνέπειες διαχειριστικών μέτρων στο δασικό έδαφος και ο υδρονομικός τους ρόλος	290
3.6.4 Υδρολογική επίδραση της βλάστησης	293
3.6.4.1. Η διαχείριση των λεκανών απορροής και η παραγωγή νερού	299
<b>4. Συζήτηση</b>	<b>312</b>
<b>5. Βιβλιογραφία</b>	<b>324</b>
<b>6. Abstract</b>	<b>336</b>

## 1. Εισαγωγή

Το νερό είναι ο πολυτιμότερος ανανεώσιμος φυσικός πόρος του πλανήτη. Μέσα σ' αυτό 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 διαθεσιμότητα του, το νερό ήταν ο βασικότερος παράγοντας ανάπτυξης των γεωργικών και αστικών περιοχών.

Τις τελευταίες δεκαετίες, η διαθεσιμότητα του νερού έγινε βαθμιαία ένα από τα μεγαλύτερα ζητήματα σε παγκόσμια κλίμακα. Και αυτό 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 όπως συνεχώς πολλαπλασιάζονται και οι περιοχές που πλήττονται από αυτά

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.

Η ανισομερής κατανομή των βροχοπτώσεων τόσο μεταξύ διαδοχικών ετών όσο και μέσα στο ίδιο το έτος διαμόρφωσε μια υγροθερμική περίοδο (χειμώνας) κατά την οποία η πατρίδα μας δέχεται το μεγαλύτερο ύψος των κατακρημνισμάτων και μια ξηροθερμική περίοδο (καλοκαίρι) κατά την οποία οι βροχοπτώσεις είναι αραιές αν όχι σπάνιες.

Η “υπερεπάρκεια” του νερού κατά την διάρκεια του χειμώνα έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της στάθμης του νερού σε χείμαρρους και ποταμούς με αποτέλεσμα την δημιουργία πλημμυρικής παροχής. Η πλημμυρική παροχή είναι υπεύθυνη για τις καταστροφές που πραγματοποιούνται τόσο στην ελληνική ύπαιθρο όσο και στα μεγάλα αστικά κέντρα. Από την άλλη μεριά η ανώμαλη δίαιτα του νερού οδηγεί στην ελαχιστοποίηση ή και εξαφάνιση της υδατοπαροχής των χείμαρρικών ρευμάτων ιδίως κατά το θέρος. Η λειψυδρία που πλήττει κατά συνθήκη τις παραμεσόγειες χώρες, πλήττει και την πατρίδα μας και γίνεται ιδιαίτερα αισθητή σε περιοχές με ανεπτυγμένη βιομηχανία και εντατική γεωργία. Αν στα παραπάνω προσθέσει κανείς και τη ρύπανση των υδάτων και τη συνεχώς μεγαλύτερη “αφαίμαξη” του από το φυσικό περιβάλλον αντιλαμβάνεται το μέγεθος του προβλήματος.

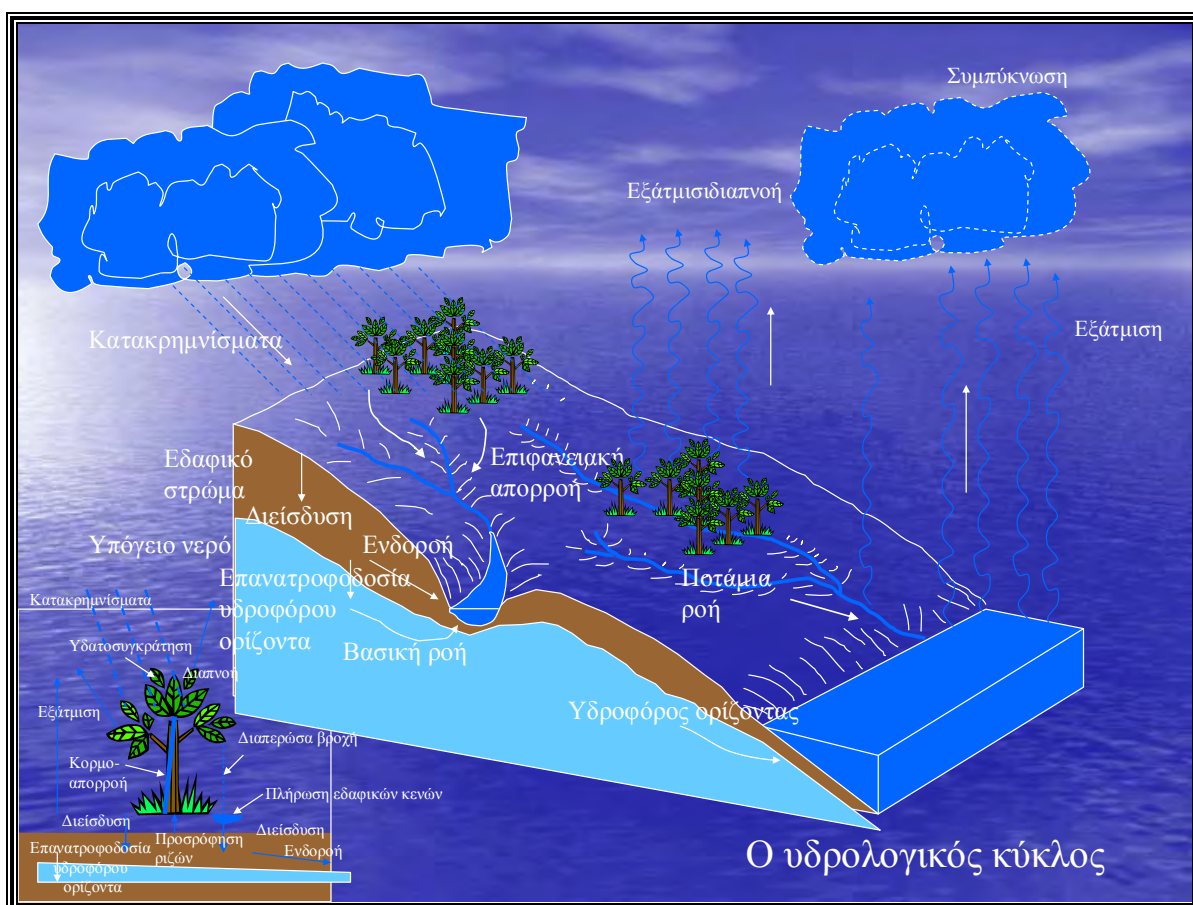
Τα παραπάνω πλήττουν βέβαια και τη χώρα μας με σοβαρές επιπτώσεις σε όλους τους παραγωγικούς και αναπτυξιακούς τομείς.

Η πατρίδα μας είναι χώρα ορεινή αφού το 65% της έκτασης της βρίσκεται σε υψόμετρο μεγαλύτερο των 200 μέτρων (Κωτούλας 1997). Κάθε λεκάνη απορροής έχει και το ορεινό της τμήμα, το οποίο για το σύνολο της ελληνικής επικράτειας ανέρχεται περίπου στα δύο τρίτα της έκτασης της. Από το χώρο αυτό προέρχεται ο μεγαλύτερος όγκος νερού της χώρας, αφού αυτός δέχεται το μεγαλύτερο μέρος των κατακρημνισμάτων σε σχέση με τον πεδινό. Ό,τι λοιπόν συμβαίνει στον ορεινό χώρο έχει άμεσο αντίκτυπο στον πεδινό. Τα νερά της βροχής, κατά την πτώση τους και πριν καταλήξουν στην επιφάνεια του εδάφους συναντούν την δασική βλάστηση. Έτσι, ένα μέρος των κατακρημνισμάτων αυτών συγκρατείται από την κόμη των δασικών φυτών, οπότε εξαμιζόμενο



επιστρέφει πάλι στην ατμόσφαιρα, ένα μικρότερο μέρος ρέει στην επιφάνεια του κορμού και των κλαδιών προς τη γη, ενώ το υπόλοιπο, το οποίο φτάνει στο υποκείμενο δασικό έδαφος, ρέει προς τα κατάντη αφού ήδη έχει διηθηθεί στα βαθύτερα γήινα στρώματα ένα ακόμη μικρό μέρος αυτού.

Το φαινόμενο της συγκράτησης ενός μέρους των νερών της βροχής από την κόμη των δέντρων και θάμνων της δασικής βλάστησης αλλά και της απορροής νερού από τους κορμούς και τα κλαδιά αυτών έχει μεγάλη σημασία, αφού η δασική βλάστηση μπορεί να επηρεάζει τόσο την ποσότητα όσο και την διαίτα των νερών που απορρέουν (Κωτούλας, 1995). Άλλωστε η βλάστηση είναι το μόνο επιμέρους δομικό κομμάτι του υδρολογικού κύκλου που μπορεί να επηρεάσει ο άνθρωπος. Στην Εικ. 1 φαίνεται ο υδρολογικός κύκλος.



Εικόνα 1: Ο υδρολογικός κύκλος (Σαπουνητζής, 2003)

Το σημαντικό ποσοστό που καλύπτουν το δάσος και η δασική βλάστηση στο ορεινό τμήμα των λεκανών 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 αναδεικνύοντας τον υδρονομικό ρόλο του δάσους.

- Πώς η δασική βλάστηση μπορεί να έχει προστατευτικό και υδρολογικό χαρακτήρα;
- Πώς η δομή και οι διαχειριστικές μορφές του δάσους επιδρούν στην παραγωγή νερού αλλά και την προστασία του εδάφους από φαινόμενα διάβρωσης;
- Ποια η υδρονομική σημασία των τρόπων διαχείρισης και ποιοι δασοκομικοί χειρισμοί συμβάλλουν στην αειφορική διαχείριση του νερού;

Η απάντηση στα προαναφερθέντα ερωτήματα επιχειρείται να δοθεί δια της παρούσας Μεταπτυχιακής Διατριβής με τίτλο "Ο υδρονομικός ρόλος του δάσους στην περιοχή λίμνης Ν. Πλαστήρα".

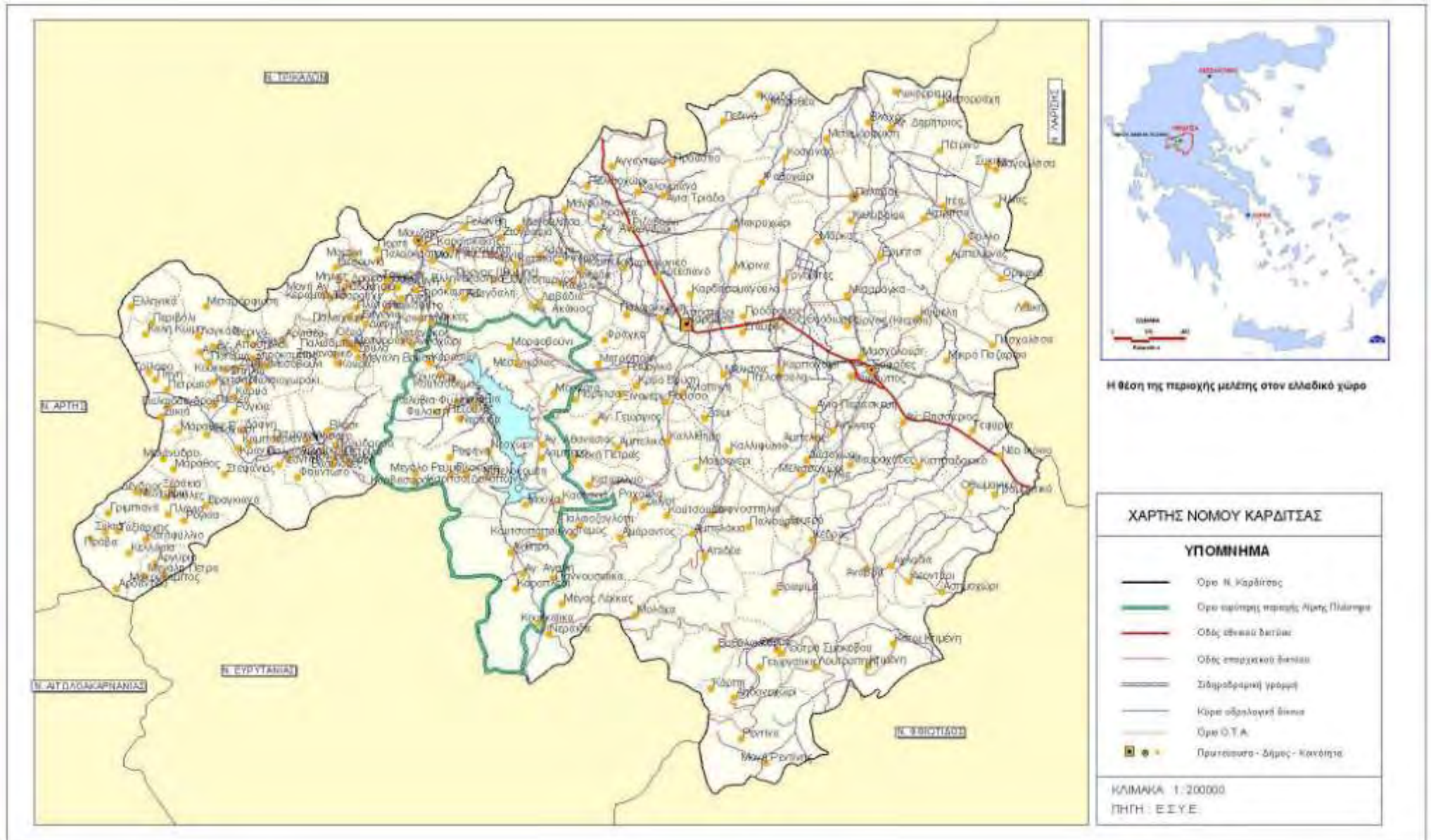
## 2. Υλικά και μέθοδοι

### 2.1. Περιοχή έρευνας

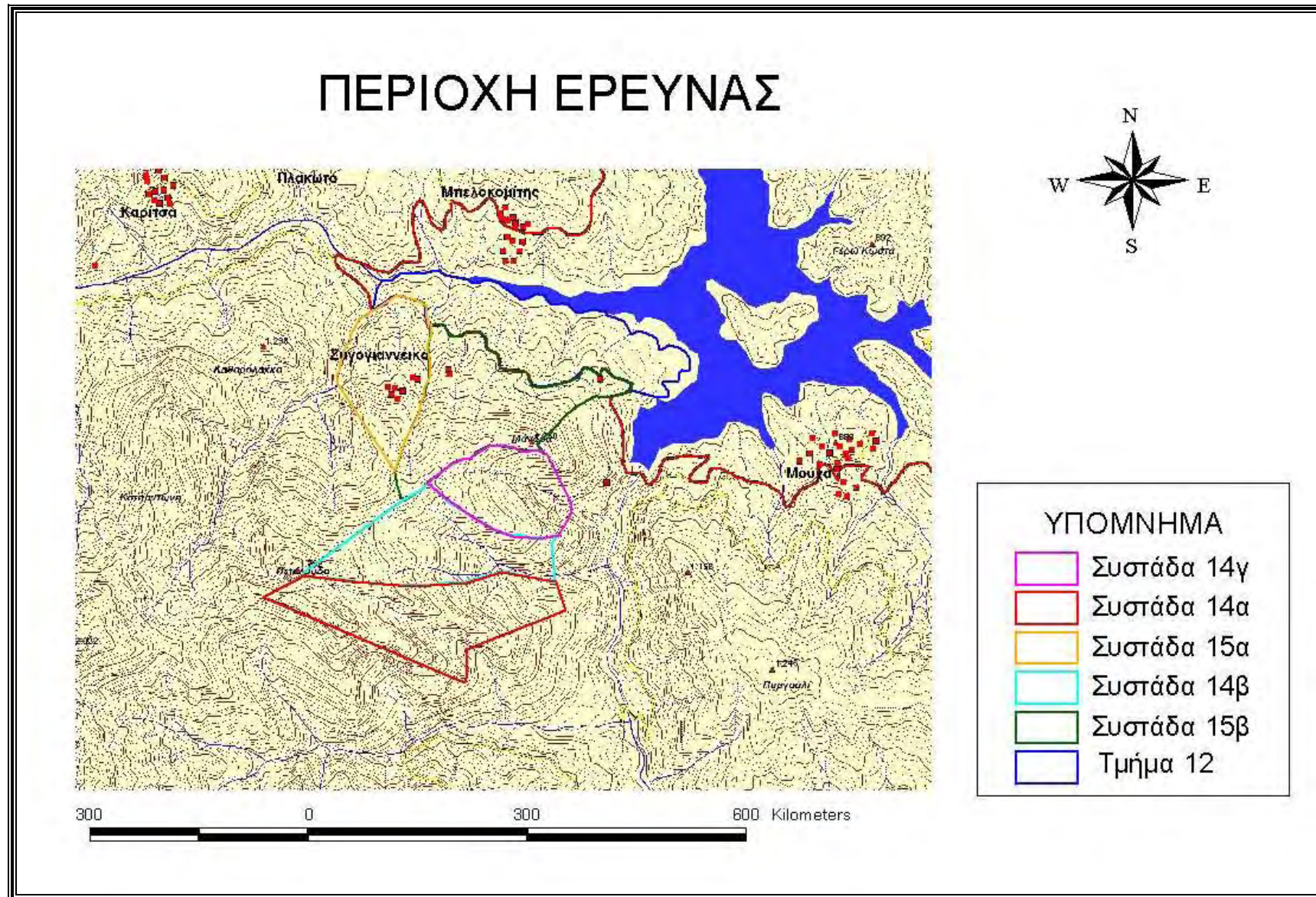
Η περιοχή έρευνας επιλέχθηκε λόγω του γεγονότος ότι περιλαμβάνει τρία δασικά τμήματα τα οποία με τη σειρά τους διακρίνονται σε έξι συστάδες, η καθεμιά από τις οποίες έχει διαφορετική δομή και σύνθεση και αποτελεί αντικείμενο ιδιαίτερου δασοκομικού χειρισμού, έτσι ώστε μπορούν να προκύψουν συγκριτικά στοιχεία. Επίσης, η γεωγραφική της εγγύτητα από την έδρα του Πανεπιστημίου εξασφαλίζει την άνετη μετάβασή μας και τέλος υπάρχει η απαραίτητη εξοικείωση με την περιοχή.

Η περιοχή έρευνας βρίσκεται στο νοτιοδυτικό τμήμα του νομού Καρδίτσας, κοντά στα σύνορα με το νομό Ευρυτανίας και συγκεκριμένα δυτικά της λίμνης Ν. Πλαστήρα. Αποτελεί τμήμα του δημόσιου δασικού συμπλέγματος Αγράφων και περιλαμβάνει τρία δασικά τμήματα 12, 14 & 15 και έξι συνολικά συστάδες 12 (100 Ηα), 14α (33 Ηα), 14β (88,5 Ηα), 14γ (68 Ηα), 15α (71 Ηα), 15β (113,5 Ηα) του δάσους Μπελοκομύτη. Η συνολική έκταση της περιοχής έρευνας είναι 474 Ηα.

Στις εικόνες 2, 3 που ακολουθούν δίνεται η θέση της περιοχής έρευνας στον Ελλαδικό χώρο καθώς και η ακριβή θέση της στο νομό Καρδίτσας, ενώ στις εικόνες 4 και 5 δίδεται αεροφωτογραφία και δορυφορική εικόνα αντίστοιχα για την περιοχή έρευνας.



Εικόνα 2: Χάρτης προσανατολισμού



Εικόνα 3: Χάρτης περιοχής έρευνας



Εικόνα 4: Αεροφωτογραφία της περιοχής έρευνας (Γ.Υ.Σ.)



Εικόνα 5: Δορυφορική εικόνα της περιοχής έρευνας (Google earth)

## 2.2. Μέθοδος έρευνας

Μετά από συγκέντρωση των τοπογραφικών χαρτών της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού, κλίμακας 1:50.000 οριοθετήθηκαν οι συστάδες που αποτελούν την περιοχή έρευνας. Με επιτόπιες παρατηρήσεις και συμπληρώσεις από τη Διαχειριστική μελέτη συντάχθηκαν τα φύλλα περιγραφής συστάδας και περιγράφηκαν οι συνθήκες της περιοχής. Η περιγραφή συμπληρώθηκε με θεματικούς χάρτες από την Ειδική Περιβαλλοντική Μελέτη της περιοχής λίμνης Πλαστήρα του νομού Καρδίτσας. Δόθηκε ιδιαίτερη βαρύτητα στη βλάστηση και τα οικοσυστήματα που αυτή παρουσιάζει. Στη συνέχεια, οριοθετήθηκαν οι υδρογραφικές ενότητες που μας απασχόλησαν και έτσι με την με τη χάραξη του υδροκρίτη προέκυψαν οι λεκάνες απορροής. Περάστηκαν σε γεωδετημένο τοπογραφικό χάρτη με Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών, τα όρια των λεκανών, οι ισοϋψείς τους, τα ρέματα και για την κάθε μία από αυτές υπολογίστηκαν τα παρακάτω μορφομετρικά και υδρογραφικά της χαρακτηριστικά.

- Εμβαδό λεκάνης απορροής
- Περίμετρος
- Βαθμός στρογγυλομορφίας
- Ελάχιστο υψόμετρο
- Μέγιστο υψόμετρο
- Μέσο υψόμετρο
- Μέγιστο ανάγλυφο
- Μέση κλίση λεκάνης

- Πυκνότητα υδρογραφικού δικτύου
- Μήκος κεντρικής κοίτης
- Μέση κλίση κεντρικής κοίτης

Έγινε κατάταξη κατά Κωτούλα (1969) σε χειμαρρικούς μικρότυπους αξιοποιώντας στοιχεία για τον καθένα από τους τέσσερις παράγοντες χειμαρρικότητας, κλίμα, έδαφος, βλάστηση, γεωλογικό υπόθεμα και περιγράφηκαν τα περιβάλλοντα, η μορφολογία του τοπίου, τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα οικοτύπου, η περιοχή εμφάνισης καθώς και οι αρχές και τα μέτρα διευθέτησης των χειμαρρικών φαινομένων και ελέγχου του απορρέοντος ύδατος.

Περιγράφηκαν και κατατάχθηκαν οι δασικές φυτοκοινωνίες που απαντώνται στην Ελλάδα κατά Ντάφη (1976), Αθανασιάδη (1986), Βέργο (2000).

Αναλύθηκε η δομή του δάσους, οριζόντια και κατακόρυφη, και περιγράφηκαν οι διαχειριστικές και δασοπονικές μορφές. Παρουσιάστηκαν τα είδη των συστάδων με τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά τους και οι δασοκομικοί χειρισμοί για καθένα από αυτά.

Στη συνέχεια αναφέρθηκαν ορισμοί και στοιχεία της δασικής υδρολογίας που συνέβαλλαν στο να απαντηθούν τα ερωτήματα στόχοι της παρούσας.

Έγινε επίσης εκτενή αναφορά μέσω της βιβλιογραφίας στις σχέσεις που διέπουν το δάσος και το νερό και περιγράφηκαν φαινόμενα και μηχανισμοί όπως της υδατοσυγκράτησης και της εξατμισοδιαπνοής, πλαισιωμένα από πληθώρα βιβλιογραφικών αναφορών και στοιχείων.

Μελετήθηκαν διεξοδικά τα κυρίαρχα δασικά είδη βλάστησης της περιοχής έρευνας όσο αφορά τα χαρακτηριστικά τους (φύλλα, ριζικό σύστημα) και τη



σχέση αυτών με το υδατικό ισοζύγιο αλλά και την αντιδιαβρωτική προστασία που παρέχουν.

Τα βροχομετρικά δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν αυτά του Μετεωρολογικού Σταθμού της ΔΕΗ, στο φράγμα Ταυρωπού και σε υψόμετρο 815 m. Τα βροχομετρικά δεδομένα ανήχθησαν στο μέσο υψόμετρο της κάθε λεκάνης απορροής με το τύπο του Mathias, προκειμένου να επιτευχθούν ακριβέστερα αποτελέσματα στους παρακάτω υπολογισμούς.

Ο προσδιορισμός της υδατοσυγκράτησης έγινε με τη μέθοδο του Παυλίδη (2005) ενώ η μηνιαία εξατμισοδιαπνοή υπολογίστηκε σύμφωνα με τη μέθοδο Turc.

Ο υπολογισμός της διήθησης έγινε με τη χρήση του δείκτη CN (Curve Number) της SCS της κάθε λεκάνης και υπολογίστηκε η μέγιστη ποσότητα που μπορεί να αποθηκευτεί μέσα στην ακόρεστη ζώνη του εδάφους. Ακολούθως με τη μέθοδο Thornthwaite και Mather (1995), προσδιορίστηκε το υδατικό ισοζύγιο της περιοχής έρευνας.

Τέλος, παρουσιάστηκαν μέσω ελληνικής και ξένης βιβλιογραφίας τα αποτελέσματα της διαχείρισης με σκοπό την παραγωγή νερού ή την προστασία του υποκείμενου εδάφους και δασοκομικοί μέθοδοι για την αύξηση της διήθησης ή της επιφανειακής απορροής ανάλογα με το επιθυμητό αποτέλεσμα.

## **2.3. Βιβλιογραφική ανασκόπηση**

### **2.3.1. Κατάταξη και διάκριση των σπουδαιότερων δασικών φυτοκοινωνιών της χώρας μας**

Κατά Ντάφη (1976), Αθανασιάδη (1986), Βέργο (2000)

Στον Ελλαδικό χώρο, κάτω από τη συνεπίδραση των παραγόντων - χλωρίδα, κλίμα, έδαφος, ορογραφική διαμόρφωση, ανάγλυφο και ανθρώπινη επίδραση- διαμορφώνονται πέντε κύριες ζώνες βλάστησης, οι οποίες και διακρίνονται μεταξύ τους χλωριδικά, οικολογικά, φυσιογνωμικά και ιστορικά.

Οι ζώνες αυτές βλάστησης, είναι:

α. Η ευμεσονειακή ζώνη βλάστησης ή ζώνη αριάς (*Quercetalia illicis*).

Εμφανίζεται στις παραλιακές, λοφώδεις και υποορεινές περιοχές, κατά μήκος των ακτών της Δ., ΝΑ. και Α. Ελλάδας, στη χερσόνησο της Χαλκιδικής και διάσπαρτα στις ακτές της Μακεδονίας και Θράκης.

Η ζώνη αυτή βλάστησης υποδιαιρείται σε δύο υποζώνες, που διακρίνονται μεταξύ τους οικολογικά, χλωριδικά και φυσιογνωμικά:

- στην υποζώνη της ελιάς και της χαρουπιιάς (*Oleo – ceratonion*), που καταλαμβάνει τις ξηρότερες νότιες, νοτιοανατολικές περιοχές της Ελλάδας, τα νησιά του Αιγαίου, καθώς και τις χαμηλότερες θέσεις στη Χαλκιδική και στα νησιά του Ιονίου.

Στο χώρο αυτής της υποζώνης διακρίνονται δύο διαφορετικοί αυξητικοί χώροι:

- ο θερμότερος αυξητικός χώρος του *oleo ceratonium* (Κρήτη, ΝΑ Πελοπόννησο, Αττική και νησιά του Αιγαίου), με χαρακτηριστικά είδη την αγριελιά, τη χαρουπιιά και τους ακανθώδεις ημίθαμνους *Poterium spinosum*, *Genista acanthoclada*, *Euphorbia acanthothamnus* κ.ά., εξαιτίας της έντονης υποβάθμισης των εδαφών σ' αυτή τη ζώνη και των υψηλών θερμοκρασιών.
- ο σχετικά ψυχρότερος και υγρότερος αυξητικός χώρος του *oleo lentiscetum* που βρίσκεται ψηλότερα ή βορειότερα από τον προηγούμενο (ΝΑ Πελοπόννησος, Αττική, Α. Ελλάδα μέχρι Πήλιο και στις χαμηλότερες θέσεις της

Χαλκιδικής) και χαρακτηρίζεται από τα είδη *Oleo oleaster*, *Pistacia lentiscus*, *Erica verticillata*, *Myrtus communis*, *Quercus coccifera*, *Lonicera etrusca*, *Rosa sempervirens*, κ.ά.

Στον αυξητικό αυτό χώρο αναπτύσσονται και θαυμάσιες συστάδες χαλεπίου Πεύκης (*Pinus halepensis*) οι οποίες βέβαια επεκτείνονται και στην υποζώνη *Quercion illicis*.

- στην υποζώνη της αριάς (*Quercion illicis*), που αναπτύσσεται στις υψηλότερες περιοχές της Δυτ. Ελλάδας και βορειότερα του Πηλίου (Όσσα, Όλυμπος, Χαλκιδική) μέχρι τη Θράκη και τα νησιά του Β Αιγαίου.

Και στην υποζώνη του *Quercion illicis* διακρίνονται δύο αυξητικοί χώροι:

- ο αυξητικός χώρος *Adrachno – Quercetum illicis*, στις χαμηλότερες περιοχές της Δυτικής Ελλάδας και πάνω από τον *Oleo lentiscetum* Πήλιο στην Ανατολική Ελλάδα και
- ο *Orno – Quercetum illicis* στις υψηλότερες περιοχές στη Δυτική Ελλάδα και πάνω από τον *Oleo lentiscetum* στο Πήλιο, στην Όσσα, τον Όλυμπο, τη Χαλκιδική, μέχρι και την Ανατολική Μακεδονία και Θράκη.

Χαρακτηριστικά για την υποζώνη είδη είναι στις καλύτερες σχετικά θέσεις *Arbutus adrachne* και *unedo*, *Quercus ilex*, *Fraxinus ornus*, *Phillyrea media*, *Quercus rubescens* κ.ά., ενώ στις πιο υποβαθμισμένες θέσεις κυριαρχούν η *Erica verticillata* και *Erica arborea*. Στην υποζώνη αυτή βρίσκουν εξάλλου και το “άριστο” της εξάπλωσης και ευδοκίμησής τους η χαλέπιος πεύκη (*Pinetum halepensis* στην Εύβοια και Χαλκιδική) καθώς και η τραχεία πεύκη (*Pinetum brutae* στη Θάσο, Θράκη, Λέσβο, κ.ά.)

β. Η παραμεσογειακή ζώνη βλάστησης ή ζώνη της χνοώδους δρυός (*Quercetalia pubescentis*).

Είναι συνέχεια της προηγούμενης ζώνης τόσο καθ' ύψος, όσο και προς το εσωτερικό της χώρας και αναπτύσσεται σε λοφώδεις και ημιορεινές περιοχές.

Διαιρείται σε δύο υποζώνες:

- στην υποζώνη της οστρυάς και του γαύρου (*Ostryo-Carpinion*), που συναντά κανείς τρεις αυξητικούς χώρους:

- τον *Quercetum coccifera* ή *Coccciferetum* που εμφανίζεται κυρίως στη Ν. Ελλάδα και την Κρήτη, φθάνοντας σε μεγάλα υψόμετρα (μέχρι και 1000 m). Χαρακτηριστικό αυτού του αυξητικού χώρου είναι ότι λείπει ο γαύρος (*Carpinus orientalis*).

- *Cocccifero - Carpinetum* που καταλαμβάνει μεγάλη έκταση στην πεδινή, λοφώδη και ημιορεινή περιοχή της Κεντρικής, Βόρειας και Ανατολικής Ελλάδας. Οι εκτεταμένοι βέβαια αυτοί πρινώνες (πουρναρότοποι) της χώρας μας έχουν σε σημαντικό βαθμό ανθρωπογενή προέλευση, μια και είναι το αρνητικό αποτέλεσμα πολλαπλών ανθρωπίνων υποβαθμιστικών και συχνά καταστροφικών επεμβάσεων και δραστηριοτήτων, όπως κτηνοτροφία, λαθροϋλοτομίες, εκχερσώσεις, έντονη καυσοξύλευση και φυσικά συχνές πυρκαγιές. Θεωρείται “ευτύχημα” που ο πρίνος είναι τόσο ανθεκτικός σε υπερβόσκηση, συχνές φωτιές και κάθε είδος πιέσεις, για να προστατεύει τα ληλατούμενα αυτά οικοσυστήματα.

- τον *Carpinetum orientalis*, που εμφανίζεται στη Βόρεια Ελλάδα σε κοιλάδες ποταμών, σε βόρειες εκθέσεις, λοφωδών και υποορεινών περιοχών και

εισέρχεται συχνά ως δευτερεύουσα συστάδα (υπόροφος) σε συστάδες δρυός, αλλά και ελάτης (Πολύμυλο Κοζάνης).

Στον αυξητική αυτό χώρο εμφανίζονται εκτός από τον ανατολικό γαύρο, τα είδη: *Fraxinus ornus*, *Rhus coriaria*, *Sorbus torminalis*, *Quercus pubescens* και *conferta*, κ.ά.

- και στην υποζώνη της πλατυφύλλου δρυός ή των ξηροφίλων, φυλλοβόλων δασών (*Quercion frainetto*), που εκτείνεται στη λοφώδη, υποορεινή και ορεινή περιοχή της Κεντρικής και Βόρειας Ελλάδας, καθώς και στη Στερεά Ελλάδα και Πελοπόννησο. Καταλαμβάνει δε μια σημαντική έκταση στον Ελλαδικό χώρο και αναπτύσσονται σ' αυτή την υποζώνη περισσότερα από τι 1/3 των δασών της χώρας μας.

Και στην περίπτωση αυτής της υποζώνης διακρίνονται τρεις αυξητικοί χώροι:

- ο αυξητικός χώρος *Quercetum frainetto*, που καταλαμβάνει τη μεγαλύτερη έκταση και είναι ο σχετικά ξηρότερος. Κυριαρχεί σ' αυτό το χώρο η πλατύφυλλη δρυς (*Q. frainetto*) την οποία όμως συνοδεύουν και άλλα είδη δρυός, όπως χνωώδης, απόδισκος, ποδισκοφόρος και ευθύφλοιος.
- ο χώρος *Tilio castanetum*, στον οποίο εμφανίζονται κατά κύριο λόγο μικτά δάση φυλλοβόλων πλατύφυλλων, από καστανιά, φλαμουριά, πλατύφυλλη και απόδισκη δρυ, είδη σφενδάμου, οστρά, γαύρο και βετουλοιδή, φράξο, κ.ά.
- και τέλος ο αυξητικός χώρος *Quercetum montanum*, που βρίσκεται στις υψηλότερες θέσεις της ζώνης της δρυός με χαρακτηριστικά είδη την *Quercus cerris* και *Quercus delechtampii* (*petraea*).

γ. Η ζώνη δασών οξιάς, οξιάς - ελάτης και ορεινών παραμεσογειακών κωνοφόρων (*Fagetalia*).

Αναπτύσσεται στις ορεινές και υποαλπικές περιοχές της χώρας, σχηματίζοντας στις περισσότερες περιπτώσεις τα δασοόρια των ψηλότερων βουνών μας, μέχρι 1900m υψόμετρο.

Η βλάστηση της ζώνης αυτής έχει πλέον τα γνωρίσματα της ψυχρόβιας, υγρόφιλης μεσευρωπαϊκής βλάστησης και εύκολα διακρίνεται σε δύο χαρακτηριστικές υποζώνες:

- στην υποζώνη της κεφαλληνιακής ελάτης (*Abietion cehalonicae*), που καταλαμβάνει τις ορεινές περιοχές της Στερεάς Ελλάδας και της Πελοποννήσου. Στην υποζώνη αυτή κυριαρχεί η κεφαλληνιακή ελάτη, σχηματίζοντας ωραιότατες συστάδες, στα σχετικά θερμά και ξηρά περιβάλλοντα της Νότιας Ελλάδας. Στα βουνά της Πελοποννήσου (Ταύγετο, Πάρνωνα), στο χώρο αυτής της υποζώνης συναντά κανείς και τον αυξητικό χώρο της μαύρης πεύκης (*Pinetum nigrae*), η οποία δημιουργεί επίσης πολύ καλές και παραγωγικές συστάδες. Οι οικότυποι βέβαια της μαύρης πεύκης Ταύγету και Πάρνωνα διαφέρουν σημαντικά από τους βορειότερους των Γρεβενών και Δαδιάς και Σουφλίου, σαν να πρόκειται για διαφορετικά είδη.

.και στην υποζώνη της οξυάς (*Fagion moesiaca*), που καταλαμβάνει τις ορεινές και υποαλπικές περιοχές της Κεντρικής και Βόρειας Ελλάδας.

Η υποζώνη αυτή υποδιαιρείται σε τρεις σαφώς διακρινόμενους αυξητικούς χώρους:

- στον αυξητικό χώρο της υβριδογενούς ελάτης –*Abietum borisii* Regis, που αναπτύσσεται κυρίως στην περιοχή της Κεντρικής Πίνδου, έχει όμως εύρος μεγαλύτερο από το αντίστοιχο της ζώνης *Fagetalia* γι' αυτό και συχνά βλέπουμε την υβριδογενή ελάτη να εισέρχεται ακόμη και μέσα στον αυξητικό χώρο της

πλατύφυλλης δρυός (*Quercetum frainetto*) και σε βόρειες εκθέσεις ακόμη χαμηλότερα στο χώρο του *Carpinetum orientalis*.

- στον αυξητικό χώρο της οξιάς – *Fagetum moesiaca* που καταλαμβάνει συνήθως τις Β., ΒΑ. έως ΒΔ. πλαγιές των ψηλότερων βουνών της Κεντρικής και Βόρειας Ελλάδας, με αποκλίσεις ανάλογα με την περιοχή προς την ανατολική (Θράκη) ή προς τη δασική οξιά (Βόρεια Ελλάδα).

- και τέλος στον αυξητικό χώρο ελάτης-οξιάς ή οξιάς-ελάτης *Abieti-fagetum moesiaca*, που αναπτύσσεται σε μέσους σταθμούς, όπου η ανταγωνιστική ικανότητα της οξιάς μειώνεται, ώστε να είναι δυνατή η μίξη με την ανταγωνιστική επίσης ελάτη.

Στον γεωγραφικό όμως χώρο της οξιάς, όπως και σ' αυτή της κεφαλληνιακής ελάτης αναφέρθηκε, εμφανίζονται και οι διάφοροι αυξητικοί χώροι της μαύρης πεύκης με μεγαλύτερο μάλιστα οικολογικό εύρος, ώστε να καλύπτουν περιοχές με ιδιαίτερες σταθμικές συνθήκες, από τη ζώνη της δρυός μέχρι τη ζώνη της οξιάς, σχηματίζοντας σε πάρα πολλές περιπτώσεις ακόμη και τα δασόρια (1800-1900m) – *Pinetum nigrae*.

δ. Η ζώνη των ψυχρόβιων κωνοφόρων (*Vaccinio- Picetalia*) - που εμφανίζεται στις ορεινές και υποαλπικές περιοχές των υψηλών βουνών της Βόρειας Ελλάδας (Όλυμπος, Πιέρια, Βόρεια Πίνδος, Λαϊλιάς, Ροδόπη) και αποτελείται από δύο υποζώνες:

- την υποζώνη της λευκόδερμης πευκής (*Pinion heldeichii*), που αναπτύσσεται κυρίως στις κορυφές του Ολύμπου και της Β. Πίνδου και σχηματίζει τα δασόρια.

- και στην υποζώνη της δασικής πεύκης και ερυθρελάτης (*Vacinio Piceion*), που διακρίνεται σε δύο αυξητικούς χώρους:

- στον αυξητικό χώρο της δασικής πεύκης – *Pinetum silvestris*, που εμφανίζεται στα Πιέρια, στο ορεινό τόξο της Αριδαίας, στο Λαϊλιά και στη Ροδόπη και με μία απομονωμένη νησίδα στον Εθνικό Δρυμό “ Κάλντα” της Β. Πίνδου.

- και στον αυξητικό χώρο της ερυθρελάτης – *Picetum abies*, που περιλαμβάνει τα δάση ερυθρελάτης και εμφανίζεται μόνο στην περιοχή της Ροδόπης (Καρά-Ντερέ Δράμας).

Και οι δύο αυτοί αυξητικοί χώροι αποτελούν τα νοτιότερα άκρα εξάπλωσης των ειδών (δασικής πεύκης και ερυθρελάτης), γι’ αυτό και έχουν ιδιαίτερο οικολογικό ενδιαφέρον. Επίσης στην υποζώνη αυτή της ερυθρελάτης συναντά κανείς κατά μήκος των βορείων συνόρων μας διασπαρτα ή και σε μικροσυστάδες το πρόδρομο είδος σημύδα (*Betula verucosa*).

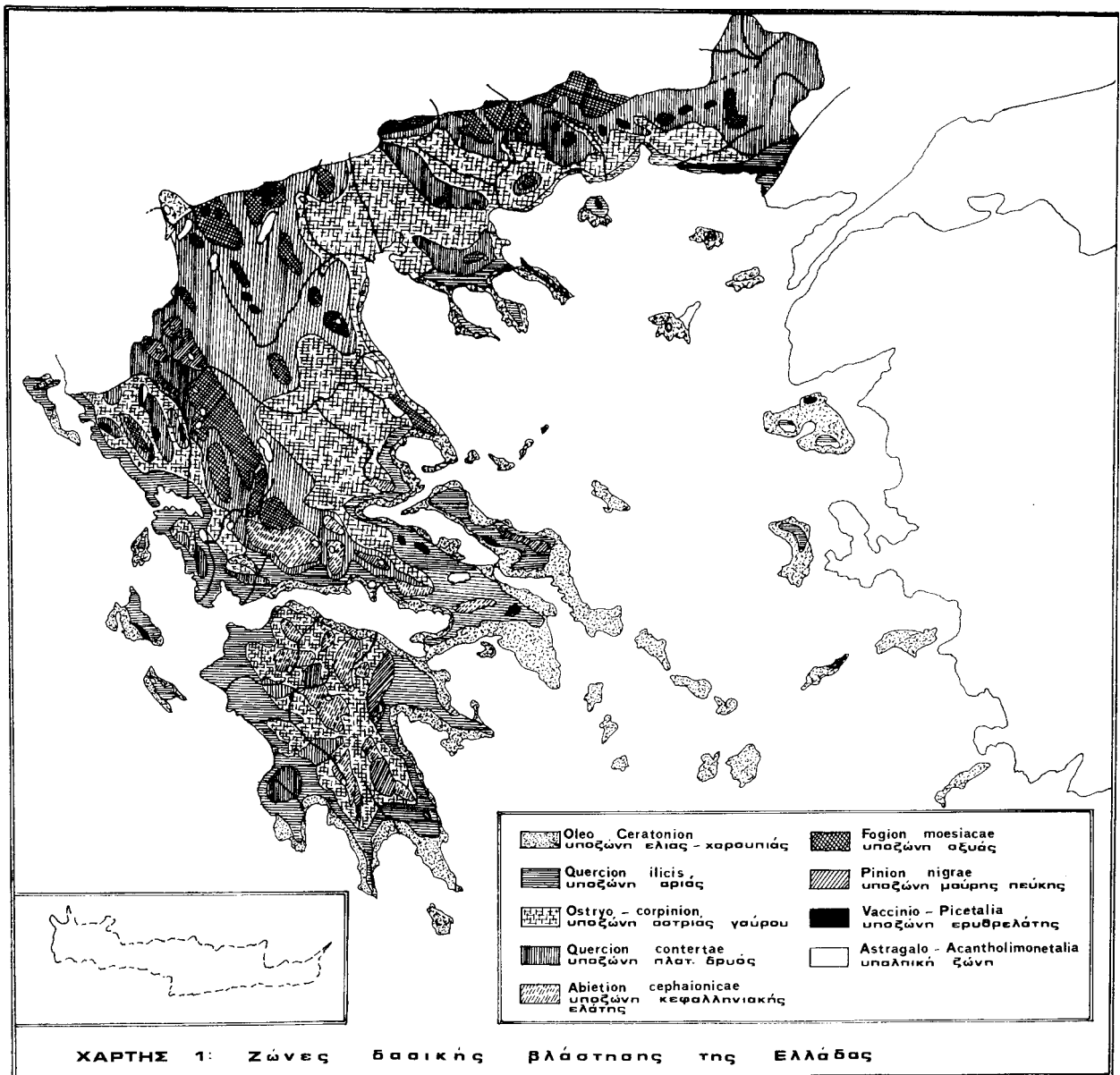
ε. Η εξωδασική ζώνη των υψηλών βουνών (*Astragalo-Acantholimonetalia*), που η αποτελείται από ποώδη και θαμνώδη βλάστηση και απλώνεται από τα όρια του δάσους μέχρι τις ψηλότερες κορυφές των Ελληνικών βουνών. Η ζώνη αυτή αποτελεί τα “ορεινά θερινά βοσκοτόπια” και χρησιμοποιείται από τα παλιά χρόνια κατά την θερινή περίοδο από τη νομαδική κτηνοτροφία.

Και η ζώνη αυτή χωρίζεται σε δύο υποζώνες:

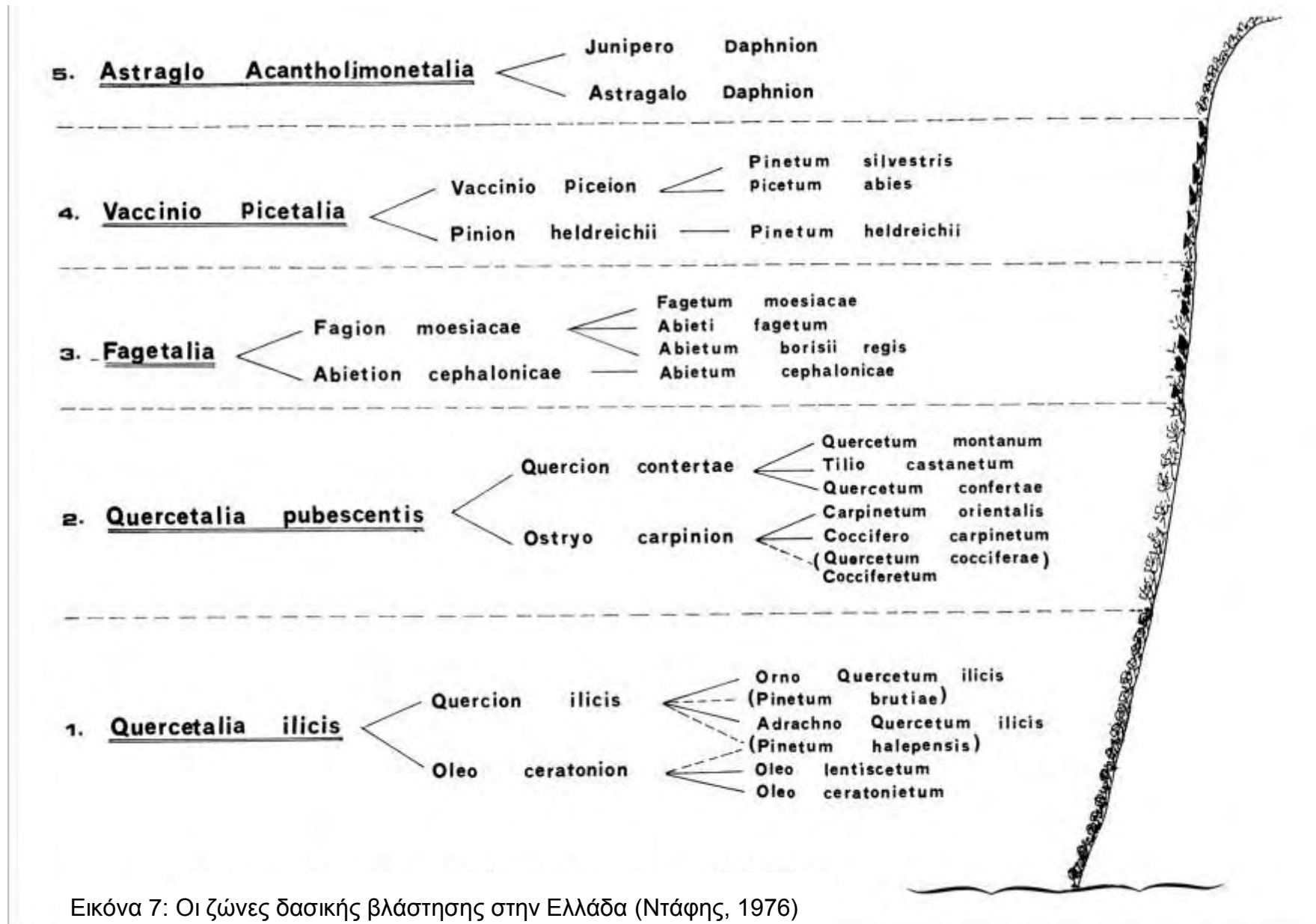
- στην υποζώνη του αστράγαλου και της δάφνης (*Astragalo-Daphnion*), που εκτείνεται στην Κεντρική και Νότια Ελλάδα, πάνω σε ασβεστόλιθους και συγκροτείται κυρίως από τα είδη : *Astragalus*, *Berberis cretica*, *Daphne oleoides*, *Festuca sp.*, κ.ά.



- και στην υποζώνη της αρκεύθου και της δάφνης (*Juniperus - Daphnion*) που καταλαμβάνει τις ψηλές κορυφές των βουνών της Βόρειας Ελλάδας και αποτελείται από τα είδη: *Juniperus nana*, *Daphne oleoides*, *Festuca sp.*, κ.ά.
- Στην Εικ. 6 φαίνεται ο χάρτης ζωνών δασικής βλάστησης στην Ελλάδα ενώ στην εικ. 7 οι ζώνες δασικής βλάστησης στην Ελλάδα.



Εικόνα 6: Χάρτης ζωνών δασικής βλάστησης στην Ελλάδα (Ντάφης, 1976)



Εικόνα 7: Οι ζώνες δασικής βλάστησης στην Ελλάδα (Ντάφης, 1976)

## 2.3.2. Διάρθρωση του δάσους, δασοκομικοί χειρισμοί

### 2.3.2.1. Οριζόντια διάρθρωση του δάσους

Το δάσος δεν είναι σ' όλη την έκταση που καταλαμβάνει ενιαίο και ομοιόμορφο, αλλά ένα μωσαϊκό από μικρότερες ή μεγαλύτερες επιφάνειες, που διαφέρουν μεταξύ τους στη δομή στη σύνθεση, στην ηλικία. Εκτός από τη φυσιογνωμική διαφορά εμφανίζονται διαφορές και στις οικολογικές-σταθμολογικές συνθήκες των μικροεπιφανειών, ώστε να είναι δυνατή η διάκρισή τους. Ανάλογα με το μέγεθος και την οικολογική τους ιδιομορφία, διακρίνονται αυτές οι επιφάνειες σε συστάδες, λόχμες, ομάδες, συδενδρίες και διάσπορα δένδρα.

Συστάδα: είναι επιφάνεια δάσους, η οποία εμφανίζει συνθήκες αύξησης, σύνθεση, δομή και ηλικία, τέτοια που να τη διαφοροποιούν από το δάσος που την περιβάλλει. Καταλαμβάνει δε τόση έκταση, ώστε μπορεί να αποτελεί από μόνη της αντικείμενο ιδιαίτερου δασοκομικού χειρισμού. (Ντάφης, 1999).

Ανάλογα με το μέγεθος διακρίνονται οι συστάδες σε μικρές - έκταση από 0,5 έως 1,0 ha - και μεγάλες - έκταση >1,0 ha

Με βάση τη δομή και σύνθεσή τους διακρίνονται οι συστάδες δάσους σε ομοιόμορφες, ίδια δομή και σύνθεση σ' ολόκληρη την επιφάνεια και σε ανομοιόμορφες, όταν τόσο η δομή, όσο και η σύνθεση δεν εμφανίζονται ίδιες ή σχεδόν ίδιες σ' ολόκληρη την επιφάνεια.

Με διαφοροποιό στοιχείο την ηλικία διακρίνονται οι συστάδες σε:

- ομήλικες. όταν η διαφορά ηλικίας των δένδρων δεν είναι μεγαλύτερες από 10 έως 15 χρόνια (το πολύ 20 χρόνια) και

- ανομήλικες. όταν η διαφορά ηλικίας των μεμονωμένων ατόμων της συστάδας είναι μεγαλύτερη από 20 χρόνια.

Οι ανομήλικες συστάδες στη συνέχεια διακρίνονται σε:

- υποκηπευτές, όταν η διαφορά ηλικίας των δένδρων ισούται με κλάσμα του περιτρόπου χρόνου, διαφέρουν δηλαδή από 30 έως 60 χρόνια και σε
- κηπευτές, όταν σε μικρή επιφάνεια συνυπάρχουν άτομα όλων των ηλικιών και όλων των κλάσεων διαμέτρου (διαφορά ηλικιών ίση με τον περίτροπο χρόνο). Βέβαια στο σημείο αυτό θα πρέπει να διευκρινισθεί πως η διάκριση κηπευτών και υποκηπευτών συστάδων θα πρέπει να βασίζεται και στη δομή τους, δεδομένου ότι ένα κηπευτό δάσος θα πρέπει να έχει κατακόρυφη, ενώ ένα υποκηπευτό κλιμακωτή δομή.

Τέλος, ανάλογα με τη σύνθεση τους, διακρίνονται οι συστάδες σε αμιγείς, όταν συγκροτούνται από ένα μόνο δασοπονικό είδος και σε μεικτές, όταν στη σύνθεση τους συμμετέχουν περισσότερα του ενός δασοπονικά είδη.

Λόχμη: έχει τα ίδια διαφοροποιά στοιχεία όπως και η συστάδα, καταλαμβάνει όμως μικρότερη επιφάνεια, ώστε να μην αποτελεί αντικείμενο ιδιαίτερου δασοκομικού χειρισμού, παρ' ότι εμφανίζει ιδιαίτερο οικολογικό χαρακτήρα.

Η έκταση της λόχμης αντιστοιχεί περίπου σε επιφάνεια με διάμετρο ίση με 1-2 ύψη δένδρων.

Ομάδα: διακρίνεται φυσιολογικά όπως η συστάδα και η λόχμη. Καταλαμβάνει όμως συγκριτικά μικρότερη έκταση, ώστε να μη διατηρεί ιδιαίτερο οικολογικό χαρακτήρα. Η έκταση της ομάδας αντιστοιχεί σε επιφάνεια με διάμετρο ίση με το ανώτερο μέσο ύψος της συστάδας.

Συδενδρία : είναι λίγα γειτονικά δένδρα, που διαφοροποιούνται από τα περιβάλλοντα εξαιτίας της ηλικίας ή της σύνθεσής τους.

Διάσπορα δένδρα μεμονωμένα δένδρα, που διαφέρουν από τα υπόλοιπα της συστάδας.

### **2.3.2.2. Κατακόρυφη διάρθρωση του δάσους - Ορόφωση**

Ορόφωση : Τα δένδρα μέσα στη συστάδα δεν έχουν όλα το ίδιο ύψος, ακόμη και στις ομήλικες συστάδες με αποτέλεσμα σε μια κατατομή της συστάδας (προφίλ) να διακρίνονται συνήθως περισσότεροι του ενός όροφοι. Ανάλογα με το πόσοι όροφοι σχηματίζονται διακρίνουμε τις συστάδες σε μονόροφες, δίοροφες, τριόροφες και πολυόροφες (Ντάφης, 1999).

Στις μονόροφες συστάδες οι κόμες των δένδρων βρίσκονται σχεδόν στο ίδιο επίπεδο.

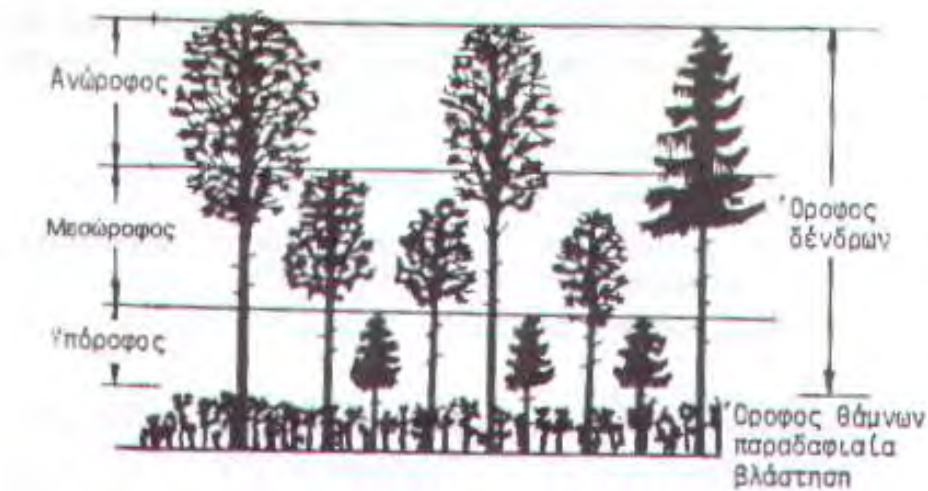
Στις δίοροφες συστάδες οι κόμες των δένδρων βρίσκονται σε δύο διαφορετικά επίπεδα. Αυτό συμβαίνει είτε γιατί έχουν διαφορετική ηλικία, οπότε αυτή η δομή είναι παροδική, είτε γιατί η συστάδα είναι μεικτή με είδη διαφορετικής κατηγορίας ύψους (δρυς - γαύρος, οξιά - ίταμος κ.λπ.), οπότε η ορόφωση είναι μόνιμη.

Στις τριόροφες και πολυόροφες συστάδες διαμορφώνονται περισσότεροι όροφοι αντίστοιχα.

Συνήθως διακρίνονται έξι όροφοι. Τρεις όροφοι δένδρων (ανώροφος, μεσόροφος, υπόροφος), ένας όροφος θάμνων, ένας ποών και γράστων και ένας βρύων.

Στον ανώροφο ανήκουν τα ψηλότερα δένδρα με ύψος μεγαλύτερο από  $2/3$  του μέσου ανώτερου ύψους της συστάδας. Στον μεσόροφο ανήκουν τα δένδρα με ύψος που φθάνει από  $2/3 - 1/3$  του μέσου ανώτερου ύψους και όλα τα υπόλοιπα με μικρότερο ύψος δένδρα ανήκουν στον υπόροφο. Εφ' όσον έχουν ξεφύγει από τον όροφο των θάμνων (3-4 μέτρα).

Στην εικ. 8 φαίνεται η ορόφωση συστάδας.



Εικόνα 8: Ορόφωση συστάδας (από Ντάφη, 1999)

### 2.3.2.3. Βαθμός συγκόμωσης

Με τον όρο «βαθμός συγκόμωσης» ή «πυκνότητα κόμης» εννοούμε το λόγο του αθροίσματος των προβολών από τις κόμες των δένδρων μιας συστάδας προς τη συνολική επιφάνειά της. Ο λόγος αυτός μπορεί να είναι μεγαλύτερος, ίσος ή μικρότερος από τη μονάδα (Βέργος, 2000).

Στη δασοκομική πράξη διακρίνουμε τους παρακάτω βαθμούς συγκόμωσης:

- 1) Σύμπυκτη συγκόμωση, όταν τα κλαδιά της κόμης από ένα δένδρο μπαίνουν στην κόμη του άλλου με αποτέλεσμα να παραμορφώνονται οι κόμες των δένδρων και να αποκτούν μια ασύμμετρη μορφή.
- 2) Κανονική συγκόμωση, όταν οι κόμες των δένδρων έρχονται σε επαφή μεταξύ τους χωρίς να παραμορφώνονται αμοιβαία .
- 3) Φωτεινή συγκόμωση, όταν οι κόμες των δένδρων δεν έρχονται σε επαφή μεταξύ τους και δεν ασκούν μηχανική επίδραση η μία κόμη πάνω στην άλλη, υπάρχει όμως μια αλληλεπίδραση ανάμεσα στις κόμες (σκίαση).
- 4) Χαλαρή συγκόμωση, όταν τα δένδρα βρίσκονται σε τόση απόσταση ώστε, πρακτικά, να μην υπάρχει καμία αλληλοεπίδραση. Οι ενδιάμεσοι όμως χώροι είναι τόσο μικροί ώστε να μη μπορεί να παρεμβληθεί ένα δένδρο με κανονική κόμη.
- 5) Αραιή συγκόμωση, όταν τα δένδρο βρίσκονται τόση απόσταση μεταξύ τους ώστε ανάμεσα από τους διάκενους χώρους μπορεί να παρεμβληθεί ένα δένδρο με κανονική κόμη.
- 6) Διάκενη συγκόμωση, όταν ανάμεσα στους διάκενους χώρους μπορεί να παρεμβληθεί ολόκληρη συνδενδρία και
- 7) Διάσπαρτη συγκόμωση, όταν για την αποκατάσταση κανονικής συγκόμωσης απαιτείται η παρεμβολή ολόκληρων ομάδων ή και λοχμών.

#### **2.3.2.4. Σύνθεση συστάδων**

Στη φύση συναντά κανείς τόσο μεικτές, όσο και αμιγείς συστάδες.

Ωστόσο οι περισσότερες από τις αμιγείς συστάδες που σήμερα εμφανίζονται, έχουν ανθρωπογενή κυρίως προέλευση.

### 2.3.2.4.1. Αμιγείς συστάδες

Αμιγείς θεωρούνται οι συστάδες που αποτελούνται από ένα μόνο δασοπονικό είδος. Στην πράξη όμως η έννοια αυτή είναι ευρύτερη και δέχεται τη συμμετοχή και άλλων ειδών μέχρι το ποσοστό 10% επιφανειακά, φτάνει βέβαια τα δευτερεύοντα αυτά είδη να μη μεταβάλλουν τις οικολογικές συνθήκες, τις συνθήκες του ενδοδασικού κλίματος και του εδάφους.

Η εμφάνιση αμιγών συστάδων οφείλεται τόσο σε φυσικές, όσο και σε ανθρωπογενείς αιτίες. Οι σπουδαιότερες από τις οποίες είναι:

- Οι σταθμολογικές συνθήκες: Ακραίες κλιματικές ή εδαφικές συνθήκες αποκλείουν ή ευνοούν την ευδοκίμηση ορισμένων ειδών, με αποτέλεσμα τη δημιουργία αμιγών συστάδων (συστάδες μαύρης πεύκης σε σερπεντίνη, συστάδες σημύδας, δρυός κ.λπ.).

- Ο ανταγωνισμός των ειδών: Η ανταγωνιστική ικανότητα του κάθε είδους εξαρτάται από τη φυσιολογία του, τις σταθμολογικές συνθήκες της περιοχής εξάπλωσής του, καθώς και από τους ανταγωνιστές που πρόκειται να αντιμετωπίσει στον αγώνα για επιβίωση και κυριαρχία. Όταν τα είδη που συμμετέχουν στην σύνθεση ενός αρχικού δάσους έχουν διαφορετική ανταγωνιστική ικανότητα, ο αγώνας με την πάροδο του χρόνου θα κριθεί υπέρ εκείνου, που είναι ανταγωνιστικότερο και σιγά-σιγά θα επέλθει πλήρης απόμιξη και δημιουργία αμιγούς συστάδας κατά το σχήμα:

Μεικτή νεοφυτεία → Σταδιακή απόμιξη, αποτέλεσμα άνισου ανταγωνισμού →

Επικράτηση του ανταγωνιστικότερου είδους → Αμιγής συστάδα



Μεγάλη ανταγωνιστική ικανότητα έχουν από τα δασοπονικά μας είδη η οξιά, η ελάτη, η πλατύφυλλη δρυς και η καστανιά, γι' αυτό και δημιουργούν συχνά αμιγείς συστάδες.

- Ο τρόπος αναγέννησης: Αναγέννηση με αποψιλωτικές υλοτομίες σε μεγάλες επιφάνειες, καθώς και νεοαποίκηση γυμνών δασικών εδαφών οδηγούν στη δημιουργία αμιγών συστάδων.

Επίσης όταν τεχνητά επανιδρύονται συστάδες με σπορά ή φύτευση συνήθως δημιουργούνται αμιγείς συστάδες.

Γυμνά δασικά εδάφη πρωταποικούνται ή νεοαποικούνται από ελαφρόσπορα κυρίως είδη (σημύδα, πεύκες, ιτιές κ.λπ.) και δημιουργούν πρόσκαιρα μόνο αμιγείς συστάδες φωτοφίλων ειδών.

## **Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των αμιγών συστάδων**

### **Βιολογικά πλεονεκτήματα**

Δεν υπάρχουν. "Ένα δασικό οικοσύστημα είναι τόσο σταθερό, όσο περισσότερα είδη συμμετέχουν σ' αυτό.

### **Βιολογικά μειονεκτήματα**

Οι αμιγείς συστάδες εμφανίζουν γενικά μικρή βιογεωκοινοτική σταθερότητα και κινδυνεύουν συχνά από χιόνια, ανέμους, έντομα, ασθένειες κ.λπ. Πληθυσμιακές εξάρσεις εντόμων είναι συνδεδεμένες με αμιγείς συστάδες (μονοκαλλιέργειες), οι οποίες προσφέρουν ευνοϊκές συνθήκες διατροφής και ανάπτυξης σε μονοφασικά έντομα.

Ο ανταγωνισμός ανάμεσα στα άτομα της συστάδας είναι ισχυρός και μονομερής.

Η συντήρηση του εδάφους είναι μειωμένη, με αποτέλεσμα να επέρχεται σύντομα “κόπωσή” του.

### **Οικονομικά πλεονεκτήματα**

Η διαχείριση των αμιγών συστάδων είναι απλή και δεν απαιτεί ένταση εργασίας, καλά εκπαιδευμένου προσωπικού. Οι δασοκομικοί χειρισμοί είναι εύκολοι. Τα παραγόμενα προϊόντα ταξινομούνται χωρίς δυσκολία.

### **Οικονομικά μειονεκτήματα:**

Η βιοκοινωνική αστάθεια των αμιγών συστάδων είναι και το σοβαρότερο οικονομικό μειονέκτημα, δεδομένου ότι η όλη επιχείρηση είναι επισφαλής και αντιμετωπίζει καθημερινά κινδύνους από χιόνια, έντομα, μύκητες, ανέμους κ.λπ. Συχνά γίνεται υποχρεωτική η πρόωρη κάρπωση του ξυλαποθέματος με όλες τις αρνητικές για την επιχείρηση επιπτώσεις.

Ένα άλλο μειονέκτημα των αμιγών συστάδων είναι η παραγωγή μικρού αριθμού προϊόντων σε μεγάλες ποσότητες. Δεν προσφέρουν τη δυνατότητα παρακολούθησης της αγοράς και της ζήτησης των προϊόντων ξύλου, επειδή συμμετέχουν σ' αυτή με την προσφορά ενός και μόνον προϊόντος.

### **2.3.2.4.2. Μεικτές συστάδες**

Μεικτές θεωρούνται εκείνες οι συστάδες, στη σύνθεση των οποίων συμμετέχουν, εκτός από το κυρίαρχο δασοπονικό είδος, ένα ή περισσότερα άλλα είδη σε αναλογία μεγαλύτερη από 10% (γερμανικές προδιαγραφές) (Βέργος, 2000).

Βέβαια ο ορισμός αυτός δεν είναι σαφής, επειδή το ποσοστό 10% δεν έχει συγκεκριμένο σημείο αναφοράς (αριθμός κορμών, όγκος, εγκάρσια επιφάνεια κ.λπ.) με αποτέλεσμα η κατάταξη μιας συστάδας στις μεικτές να έχει έντονα στοιχεία υποκειμενικότητας.

Πιο σαφής θεωρείται ο οικολογικός ορισμός κατά τον οποίο μεικτή είναι μία συστάδα όταν σ' αυτή συμμετέχουν περισσότερα είδη, τα οποία ανεξάρτητα αναλογίας δημιουργούν διαφορετικές οικολογικές συνθήκες από εκείνες των αμιγών συστάδων. Φυσικά αυτό στην πράξη προϋποθέτει πλούσια γνώση και εμπειρία και έδειξε πως αντιστοιχεί σε μία επιφανειακή αναλογία των δευτερευόντων ειδών από 10-20% περίπου.

Μελετώντας μεικτές συστάδες ενδιαφέρει συχνά να γνωρίζουμε το είδος, το βαθμό και τη μορφή της μίξης.

Με τον όρο είδος μίξης εννοείται η σύνθεση της συστάδας σε δασοπονικά είδη. Προτάσσονται τα είδη με τη μεγαλύτερη αναλογία μίξης (π.χ. μεικτή συστάδα ελάτης-οξιάς, σημαίνει πως κυριαρχεί η ελάτη).

Ο βαθμός μίξης αναφέρεται στην ποσοτική αναλογία μίξης των επιμέρους ειδών. Στη Δασοκομική η αναλογία υπολογίζεται με βάση την καταλαμβανόμενη επιφάνεια, ενώ στη Διαχειριστική με βάση την εγκάρσια επιφάνεια ή το ξυλαπόθεμα (Βέργος, 2000).

Η μορφή μίξης δηλώνει τον τρόπο με τον οποίο εμφανίζεται η μίξη, δηλαδή κατ' άτομο, σε συνεδρίες, ομάδες ή λόχμες. Ακόμη αναφέρεται στη διάρθρωση της μίξης, οριζόντια ή κατακόρυφη καθώς επίσης και στη διάρκεια της μίξης πρόσκαιρη μίξη (πεύκη- ελάτη), διαρκής μίξη (ελάτη-οξιά) και συμπληρωματική μίξη (δρυς- γαύρος).

## Προϋποθέσεις δημιουργίας μεικτών συστάδων

Για τη δημιουργία και διατήρηση μεικτών συστάδων πρέπει να πληρούνται οι ακόλουθες προϋποθέσεις:

- να συμπίπτουν οι περιοχές εξάπλωσης περισσότερων ειδών.
- οι τοπικές σταθμολογικές συνθήκες να ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις περισσότερων ειδών. Οι ανάγκες σε φως πρέπει να επιτρέπουν τη μίξη.
- στις ομήλικες κυρίως συστάδες, θα πρέπει ο χρόνος ωριμότητας των διαφόρων ειδών, που συγκροτούν τη συστάδα, να συμπίπτει.

## Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των μεικτών συστάδων

### Βιολογικά πλεονεκτήματα

- Οι μεικτές συστάδες αποτελούν σταθερά οικοσυστήματα, απέναντι σε εξωτερικούς κινδύνους από πυρκαγιές, χιόνια, ανέμους, έντομα ασθένειες κ.λπ.
- Εκμεταλλεύονται καλύτερα τον υπέργειο και υπόγειο ζωτικό χώρο.
- Συντηρούν και βελτιώνουν το δασικό έδαφος χωρίς να παρατηρείται “κόπωσή” του.

Η όλη βιολογική δραστηριότητα του εδάφους στις μεικτές συστάδες είναι μεγαλύτερη με αποτέλεσμα να γίνεται γρηγορότερα και καλύτερα η χουμοποίηση της φυλλάδας.

### Βιολογικά μειονεκτήματα

Δεν υπάρχουν.

### Οικονομικά - διαχειριστικά πλεονεκτήματα

- η φυσική αναγέννηση μεικτών συστάδων είναι ευκολότερη.

- σε συστάδες με ανώροφο από φωτόφυτα είδη (πεύκη, δρυ) και υπόροφο από σκιάφυτα (ελάτη), μπορούμε έγκαιρα να διασπάσουμε την κομοστέγη κάνοντας υπεραραίωσεις.
- εκμεταλλεύονται όλα τα μικροπεριβάλλοντα με τη χρησιμοποίηση των κατάλληλων ειδών.
- η όλη διαχείριση του δάσους παρουσιάζει μεγαλύτερη ελευθερία κίνησης και δραστηριότητας για τον δασοκαλλιεργητή.
- παράγονται περισσότερα είδη προϊόντων, ώστε να είναι ευκολότερη η προσαρμογή στις ανάγκες της αγοράς.

#### **Οικονομικά - διαχειριστικά μειονεκτήματα**

- Η όλη διαχείριση των μεικτών συστάδων είναι πολύπλοκη, τόσο στον υπολογισμό της αύξησης, όσο και στον υπολογισμό και απόληψη του λήμματος.
- η σύνταξη ενός λεπτομερούς δασοκομικού σχεδίου είναι επίσης δύσκολη και απαιτεί περισσότερες σταθμολογικές και δασοκομικές γνώσεις.
- απαιτεί μορφωμένο και καλά εκπαιδευμένο προσωπικό σ' όλες τις αποφάσεις εργασίας.
- οι συγκομιστικές εργασίες είναι γενικά δυσκολότερες και κοπιαστικότερες.
- η ταξινόμηση των προϊόντων χρειάζεται περισσότερη επιμέλεια και κόπο.

Οι μεικτές συστάδες είναι πλεονεκτικές και επιθυμητές, εκεί όπου η μίξη είναι εύκολο να επιτευχθεί (φυσική αναγέννηση) και διατηρηθεί (καλλιέργεια νεοφυτείας και πικνοφυτείας), χωρίς μεγάλο κόστος και θυσίες.

Όπου βέβαια οι σταθμολογικές συνθήκες δεν επιτρέπουν ή δεν ευνοούν ιδιαίτερα τη μίξη, εκεί οι συστάδες μπορούν άριστα να διαχειρισθούν ως αμιγείς,

με την προϋπόθεση ότι οι εφαρμοζόμενες δασοκομικές επεμβάσεις, θα επιδιώκουν άμβλυση και περιορισμό των όποιων μειονεκτημάτων τις συνοδεύουν, μέσα από την κατάλληλη δόμηση αυτών των συστάδων (κηπευτές, υποκηπευτές συστάδες).

Διαχειριζόμενα Δάση: Διαχειριστικές μορφές

Δασοπονικές μορφές

Φυσική αναγέννηση συστάδων

Η ανάγκη ορθολογισμού και τάξης στο χρόνο των καρπώσεων αναγνωρίσθηκε έγκαιρα στη Μεσευρώπη (από τα μέσα του 18ου αιώνα), δεν συνειδητοποιήθηκε όμως από όλους και στον απαραίτητο σε κάθε περίπτωση βαθμό, εξαιτίας της πιεστικής ανάγκης για κάλυψη των συνεχώς αυξανόμενων αναγκών σε ξύλο (τεχνικό και καυσόξυλο), σε απόκτηση γεωργικής γης (εκχερνώσεις, καταπατήσεις), σε βοσκήσιμη ύλη, σε οργανική ουσία (φυσικό λίπασμα ) κ.ά.

Κάτω απ' αυτή την πληθώρα αναγκών και μέσα στο συγκεκριμένο κάθε φορά και σε κάθε χώρα κοινωνικοοικονομικό περιβάλλον, αναπτύχθηκαν και εφαρμόσθηκαν μέχρι : διάφορα συστήματα και μέθοδοι “εκμετάλλευσης”, στις περισσότερες περιπτώσεις, παρά διαχείρισης των δασών και των φυσικών πόρων, που δρουν μέσα σ αυτά.

Αποτέλεσμα τέτοιας πορείας είναι και τα ελληνικά δάση με όποια μορφή, σύνθεση και παραγωγική ικανότητα κι αν εμφανίζονται σήμερα.

Εύκολα μπορεί να διαγνώσει κανείς σ' αυτά την ιστορική μας πορεία και να περιγράψει με αρκετή ακρίβεια τις κοινωνικοοικονομικές συνθήκες που επεκράτησαν στα 180 χρόνια ελεύθερης ζωής της χώρας μας.

Η σημερινή διαχείριση των δασών παρ' ότι απέκτησε ένα πολλαπλό περιεχόμενο, για τα πολύτιμα αγαθά και υπηρεσίες που προσφέρουν στον άνθρωπο, δεν μπόρεσε δυστυχώς να απαλλαγεί από πιέσεις και επιδράσεις (εξαιτίας βόσκησης, καταπατήσεων, πυρκαγιών κ.ά.), που συχνά δυσκολεύουν τον σωστό σχεδιασμό, αλλά κυρίως την σωστή εφαρμογή και ανάπτυξή της.

Η προσπάθεια όμως για σωστή διαχείριση των δασών μας θα πρέπει να συνεχιστεί και τι ενταθεί ακόμη περισσότερο, γιατί μόνο με σωστές και συνεχείς επεμβάσεις μπορεί κανείς να ελπίζει πως θα συνεχίσουν να υπάρχουν, να βελτιώνονται και να αυξάνονται τα δάση της χώρας.

#### **2.3.2.5. Υλοτομία, υλοτόμια και δημιουργούμενα δασογενή περιβάλλοντα**

Το κύριο όργανο κάθε δασοκομικού χειρισμού είναι η “λεγόμενη υλοτομία”.

Υλοτομία είναι η δραστηριότητα εκείνη που αναφέρεται στην απομάκρυνση κάποιων δένδρων της συστάδας, για να εξυπηρετηθεί έτσι ένας συγκεκριμένος σκοπός.

Ανάλογα με το σκοπό που εξυπηρετούν οι υλοτομίες διακρίνονται σε:

- καλλιεργητικές, όταν έχουν σαν κύριο σκοπό την καλλιέργεια του ξυλαποθέματος.
- αναγεννητικές, όταν αποσκοπούν στη δημιουργία του κατάλληλου δασογενούς περιβάλλοντος για εγκατάσταση της φυσικής αναγέννησης.
- καρπωτικές, όταν αποσκοπούν στην απόληψη ξύλου.
- εκμεταλλευτικές, όταν έχουν για σκοπό τη ρευστοποίηση του ξυλαποθέματος και όχι την καλλιέργεια ή την αναγέννηση των συστάδων.

Η επιφάνεια στην οποία ασκείται η υλοτομική δραστηριότητα λέγεται υλοτόμιο. Το σχήμα του υλοτομίου, η έκταση και η διάταξή του, σε σχέση πάντα με την αναγέννηση χαρακτηρίζουν την μορφή του υλοτομίου

Το είδος της υλοτομίας χαρακτηρίζεται από το δημιουργούμενο δασογενές περιβάλλον και τη θέση νεοφυτείας σε σχέση με την μητρική συστάδα (προστασία). Στην πράξη εφαρμόζονται τα ακόλουθα είδη υλοτομίας:

- αποψιλωτική υλοτομία — η νεοφυτεία δεν προστατεύεται
- υπόσκιες, διαδοχικές υλοτομίες — παροδική προστασία της νεοφυτείας
- κρασπεδικές σε λωρίδες υλοτομίες — χρονικά περιορισμένη προστασία της νεοφυτείας
- υποκηπευτικές υλοτομικές — παροδική προστασία της νεοφυτείας από όλες τις πλευρές

Τα ειδικότερα χαρακτηριστικά των ειδών αυτών υλοτομίας είναι:

Αποψιλωτική υλοτομία: είναι η υλοτομική δραστηριότητα κατά την οποία απομακρύνονται όλα τα δένδρα της συστάδας, πριν ακόμη εμφανισθεί αναγέννηση.

Υπόσκιες υλοτομίες: όταν η απομάκρυνση των δένδρων της συστάδας γίνεται με διαδοχικές υλοτομίες, ώστε να δημιουργείται ένα ευνοϊκό για την αναγέννηση ενδοδασογενές περιβάλλον. Το σχετικά φωτεινό, αλλά προστατευμένο από τους όψιμους παγετούς, αυτό περιβάλλον είναι ιδιαίτερα ευνοϊκό για την αναγέννηση της οξιάς, της ελάτης, της δρυός, αλλά και ημισκιάφυτων ειδών όπως ερυθρελάτης, μαύρης πεύκης κ.ά.

Κρασπεδικές υλοτομίες: όταν τα δένδρα της συστάδας απομακρύνονται σε στενές λωρίδες από τα κράσπεδα είτε με αποψιλωτικές, είτε με υπόσκιες



υλοτομίες. Το ιδιόμορφο αυτό περιβάλλον που δημιουργείται ονομάζεται κρασπεδογενές ή κρασπεδικό περιβάλλον.

Υποκηπευτικές υλοτομίες: είναι συνδυασμένες υπόσκιες και κρασπεδικές υλοτομικές επεμβάσεις, σε μικρές επιφάνειες κλιμακούμενες χρονικά, ώστε να εγκατασταθεί η αναγέννηση και απομακρυνθεί η μητρική συστάδα μέσα σε ένα μεγαλύτερο χρόνο αναγέννησης.

Κηπευτικές υλοτομίες: όταν οι επιλογικές μας επεμβάσεις σε ολόκληρη τη συστάδα ευνοούν την εγκατάσταση αναγέννησης μετά από κάθε χρόνο καρποφορίας και βέβαια κάτω από τη διαρκή προστασία της μητρικής συστάδας.

Διαχειριστικές και δασοπονικές ή λειτουργικές μορφές συστάδων

Η διαμόρφωση της τελικής δομής της συστάδας είναι το αποτέλεσμα του είδους αναγέννησης, της μεθόδου αναγέννησης και του όλου δασοκομικού χειρισμού που εφαρμόζεται στη συνέχεια.

### **2.3.3. Διαχειριστικές μορφές**

Ανάλογα με το είδος της αναγέννησης προκύπτουν τρεις βασικές διαχειριστικές μορφές δάσους:

- η πρεμνοφυής ή παραβλαστογενής μορφή, όταν η αναγέννηση γίνεται με παραβλαστήματα.
- η σπερμοφυής μορφή, όταν η αναγέννηση γίνεται με σπόρους φυσικά ή τεχνητά, ή με φυτάρια που έχουν παραχθεί από σπόρους.
- η διφυής μορφή, όταν η αναγέννηση γίνεται και με τους δύο παραπάνω τρόπους (σπόρους και πρεμνοβλαστήματα).

Τα δάση της χώρας, κατανεμημένα στις διάφορες διαχειριστικές μορφές παρουσιάζουν την εικόνα που ο επόμενος πίνακας δείχνει:

### **2.3.3.1. Πρεμνοφυής μορφή**

Η μορφή αυτή της πλειονότητας των δασών μας είναι καθαρά ανθρωπογενής διαχειριστική μορφή. Το ξυλαπόθεμα σ' αυτά δάση είναι χαμηλό και κυμαίνεται από 50 - 150 κ.μ. στο εκτάριο. Τα παραγόμενα προϊόντα είναι κυρίως καυσόξυλα με ένα ελάχιστο ποσοστό ξυλείας κατασκευών. Εξαίρεση αποτελούν τα πολύ λίγα καστανωτά που παράγουν σε μεγάλη σχετικά αναλογία τεχνικό ξύλο. Τα παραγόμενα καυσόξυλα, κυρίως της δρυός, ευνοούνται από τη σημερινή ενεργειακή κρίση με αποτέλεσμα να διατίθενται με ευκολία στην αγορά και σε αρκετά υψηλές τιμές. Επίσης, η ανάπτυξη και εξέλιξη των βιομηχανιών ανακατασκευασμένου ξύλου δημιουργεί ευνοϊκή ζήτηση γι' αυτά τα προϊόντα, τα οποία όμως παρ' όλα αυτά αποτελούν υλικό ευτελούς αξίας, που η συνέχιση της παραγωγής τους δεν μπορεί να δώσει περιεχόμενο σε μια ορθολογικά οργανωμένη δασοπονική δραστηριότητα.

Βέβαια το κύριο πρόβλημα από τη διατήρηση αυτής της διαχειριστικής μορφής, δεν είναι αυτό καθαυτό το προϊόν (καυσόξυλα), αλλά η σταδιακή υποβάθμιση του εδάφους και η έκθεση του στα νερά της βροχής.

Το έδαφος σ' αυτά τα δάση αποκαλυπτόμενο περιοδικά μέσα σε μικρά σχετικά διαστήματα (20 - 35 χρόνια) υπόκειται σε διάβρωση αφού η απουσία της βλάστησης επιτρέπει την πρόσθεση του ποσού της υδατοσυγκράτησης σε αυτό της απορροής και επιπρόσθετα η κινητική του ενέργεια παραμένει υψηλή, αυξάνοντας παράλληλα και την παρασυρτική του δύναμη. Επίσης ζημιώνεται με

την απομάκρυνση σημαντικών ποσοτήτων ορυκτών συστατικών, που φεύγουν ανεπίστροφα, με την απόληψη όλου του υλικού λεπτών διαστάσεων. Στην εικ. 9 διακρίνεται πρεμνοφυής συστάδα δρυός.



Εικόνα 9: Πρεμνοφυής συστάδα δρυός (από Ντάφη, 1999)

### **2.3.3.2. Σπερμοφυής μορφή**

Αυτή είναι η συνηθέστερη μορφή του φυσικού δάσους. Χαρακτηριστικά γνωρίσματα σπερμοφυών δασών είναι οι μεγάλοι χρόνοι παραγωγής (περίτροποι χρόνοι), τα ψηλά ξυλαποθέματα, που κυμαίνονται ανάλογα με το είδος, την ποιότητα τόπου και τη δομή της συστάδας από 150 - 1200 κ.μ. στο εκτάριο, καθώς και η μεγάλη αναλογία σε παραγωγή τεχνικού ξύλου.

Από δασοκομική - οικολογική άποψη τα σπερμοφυή δάση προστατεύουν αποτελεσματικότερα το έδαφος, που δεν υποβαθμίζεται με την απόληψη προϊόντων ξύλου λεπτών διαστάσεων και που αντίθετα βελτιώνεται με κατάλληλους χειρισμούς.

Η σπερμοφυής μορφή, είναι η διαχειριστική εκείνη μορφή που ανταποκρίνεται κατά καλύτερο τρόπο στις οικονομικές, κοινωνικές, οικολογικές και περιβαλλοντικές απαιτήσεις, που προορίζεται να καλύψει μια σύγχρονη Δασοπονία πολλαπλών σκοπών.

Για το λόγο αυτό βασική επιδίωξη κατά τη διαχείριση θα πρέπει να είναι η δημιουργία κανονικών, σταθερών και με κατάλληλες δομές (ανάλογα με το είδος και το σταθμό) σπερμοφυών δασών.

Για το σκοπό αυτό, εκτός από την αναγωγή των πρεμνοφυών δασών, που προηγούμενα αναφέρθηκε, θα πρέπει και τα υπάρχοντα σπερμοφυή δάση (900.000 Ηα) να διαχειριστούν κατάλληλα, γιατί στην πλειονότητά τους δεν ανταποκρίνονται στην παραγωγική ικανότητα των σταθμών. Τα περισσότερα από αυτά κάτω από τη μακρόχρονη πίεση της βοσκής, της καυσοξύλευσης, των λαθροϋλοτομιών και της αλόγιστης εκμετάλλευσης εμφανίζουν σήμερα ακανονιστία δομών, παρά πολλά διάκενα, ακανονιστία ηλικιών, χαμηλά και κακής ποιοτικής σύνθεσης ξυλαποθέματα, περιορισμένη αναγέννηση και μικρή αναλογία τεχνικού ξύλου καλής ποιότητας.

Τα μέτρα για την ανόρθωση και βελτίωση αυτών των δασών μπορούν να συνοψιστούν στα εξής:

- συμπλήρωση διακένων και γυμνών επιφανειών
- ανανέωση - αντικατάσταση των υποβαθμισμένων συστάδων στις οποίες η παραγωγική δυνατότητα υπολείπεται της παραγωγικής ικανότητας του σταθμού
- συστηματική καλλιέργεια με θετική επιλογή
- εισαγωγή πολύτιμων ενδημικών και ξενικών ειδών

Η σταδιακή εφαρμογή αυτών των μέτρων θεωρείται αναγκαία σε όλα τα σπερμοφυή μας δάση, που έχουν ανάγκη βελτίωσης ή και ανόρθωσης. Η απαιτούμενη εργασία, αλλά και οι απαραίτητες επενδύσεις καταβάλλονται και σήμερα στο μεγαλύτερο μέρος τους. Απαιτείται απλά η συστηματοποίησή τους στο χώρο και στο χρόνο, μέσα από συγκεκριμένα διαχειριστικά, δασοκομικά και υλοχρηστικά σχέδια. Στην εικ. 10 διακρίνεται σπερμοφυής συστάδα οξιάς.



Εικόνα 10: Σπερμοφυής συστάδα οξιάς (από Ντάφη, 1999)

### **2.3.3.3. Διφυής μορφή**

Αυτή είναι μια ενδιάμεση, σύνθετη διαχειριστική μορφή, που προκύπτει από την μερική αναγέννηση με σπερμοβλαστήματα και μερική με πρεμνοβλαστήματα.

Η μορφή αυτή προκύπτει συχνά από την παρακράτηση πολυπεριτρόπων ατόμων σε ομάδες και λόχμες. στην πορεία έμμεσης αναγωγής πρεμνοφυών συστάδων.

Χαρακτηριστικά της μορφής είναι η πολυόροφη δομή, η ποικιλία ηλικιών και περιτρόπων χρόνων, τα μέτρια ξυλαποθέματα και η μέτρια αναλογία παραγωγής τεχνικού ξύλου. Δυσκολία στο σχεδιασμό και στη διαχείριση αυτών των δασών, κυρίως όταν έχουμε σπερμοφυή ανώροφο από φωτόφυτα είδη και πρεμνοφυή υπόφορο από σκιάφυτα.

Γενικευμένα κάπως μπορεί να ειπωθεί, χωρίς να αποκλείονται παρεκκλίσεις, ανάλογα με τα είδη, τη σύνθεση και το σταθμό, πως η πλειονότητα των διφυών μας δασών πρέπει να οδηγηθεί σταδιακά σε σπερμοφυή. Βέβαια αυτό θα συμβεί μέσα από μια πολύχρονη καλλιεργητική διαδικασία, που στην περίπτωση των με παρακράτηση πρεμνοφυώς διαχειριζομένων δασών θα διαρκέσει μέχρι και 120 - 150 χρόνια.

Αξιολογώντας συνοπτικά τα όσα στα προηγούμενα για τις διάφορες διαχειριστικές μορφές αναφέρθηκαν, καταλήγουμε στη διαπίστωση πως δασοπονική μας επιδίωξη θα πρέπει να είναι η αύξηση (διπλασιασμός) των σπερμοφυών δασών και η παράλληλη βελτίωση τους, ώστε αυτά να ανταποκρίνονται με τον καλύτερο τρόπο στις απαιτήσεις μιας σύγχρονης πολλαπλής Δασοπονίας. Στην εικ. 11 φαίνεται διφυής συστάδα δρυός.



Εικόνα 11: Διφυής συστάδα δρυός (από Ντάφη, 1999)

#### **2.3.4 Δασοπονικές ή λειτουργικές μορφές**

Οι δασοπονικές μορφές είναι το αποτέλεσμα της μεθόδου αναγέννησης και του δασοκομικού χειρισμού που εφαρμόστηκε σε κάθε συστάδα.

Διακρίνονται τρεις βασικές δασοπονικές μορφές:

##### **2.3.4.1. Ομήλικη**

Η ομήλικη, όταν αναγεννιέται συγχρόνως σε μεγάλη έκταση, ώστε η ηλικία των ατόμων που συνθέτουν τη νέα συστάδα να είναι περίπου η ίδια ή να διαφέρει έως 10 ή και 20 χρόνια. Είναι η απλούστερη δασοπονική μορφή και δημιουργείται μετά από αποψιλωτική υλοτομία σε μεγάλη έκταση. Η αναγέννηση στην περίπτωση αυτή θα πρέπει να εγκατασταθεί πάνω σε γυμνή επιφάνεια, χωρίς καμία προστασία από τη μητρική συστάδα. Αυτό θεωρητικά μπορεί να γίνει μόνο από ελαφρόσπορα φωτόφυτα είδη, χωρίς ιδιαίτερη

δασοπονική σημασία. Στην πράξη η ανανέωση αυτών των συστάδων γίνεται τεχνητά με φυτεύσεις και σπάνια με σπορές (Σκανδιναβικές χώρες, Ρωσία, Βόρεια Γερμανία, Καναδάς, Η.Π.Α. κ.λπ.) (Ντάφης, 1999).

#### **Πλεονεκτήματα της μορφής αυτής είναι:**

- δεν παρουσιάζει δυσκολίες στη διαχείριση, δεν απαιτεί ιδιαίτερες δασοκομικές γνώσεις. Η προσήμανση είναι εντελώς απλή και οι εργασίες συγκομιδής μπορούν να μηχανοποιηθούν πλήρως.
- παράγονται ομοιόμορφα προϊόντα σε μεγάλες ποσότητες
- σε μικρή επιφάνεια υλοτομείται πολύς ξυλώδης όγκος, με αποτέλεσμα τη μείωση του κόστους συγκομιδής.

#### **Μειονεκτήματα της μορφής αυτής είναι:**

- σημαντική διατάραξη της βιοκοινότητας
- ευπάθεια έναντι εξωτερικών κινδύνων (ανέμων, χιονιού, εντόμων. ασθενειών, πυρκαγιών κ.ά.)
- η συστάδα θεωρείται σαν κάτι ενιαίο, ώστε να μη μπορεί να αξιοποιηθεί η παραγωγική ικανότητα του κάθε δένδρου ξεχωριστά. Θεωρούνται όλα τα δένδρα να έχουν την ίδια ηλικία ωριμότητας, με αποτέλεσμα άλλα δένδρα να υλοτομούνται αργά και άλλα πολύ νωρίς.

Στη χώρα μας τέτοιου είδους αποψιλωτικές υλοτομίες γίνονται μόνο στα πρεμνοφυή δάση. Σκέψεις εφαρμογής τους σε σπερμοφυή δάση, ακόμη και σε πευκοσυστάδες, θεωρούνται λανθασμένες και δεν θα πρέπει να γίνονται.

Καλό θα ήτανε βέβαια μια τέτοια πιθανότητα να απαγορευτεί ακόμη και με νόμο.

Για το ανάγλυφο, τα εδάφη και τις κλιματικές συνθήκες της χώρας μας κάθε



αποψιλωτική υλοτομική επέμβαση είναι ζημιογόνα και μακροπρόθεσμα καταστροφική.

#### **2.3.4.2. Κηπευτή**

Η κηπευτή, στην οποία η διαφορά ηλικίας των δένδρων είναι ίση με τον περίτροπο χρόνο. Σε μικρή σχετικά επιφάνεια συναντά κανείς όλες τις ηλικίες και όλες τις διαστάσεις (Ντάφης, 1999).

Τα πλέον χαρακτηριστικά στοιχεία του κηπευτού δάσους είναι:

- η μη ύπαρξη περίτροπου χρόνου
- η ομοιόμορφη κατανομή ξυλαποθέματος, ηλικιών και διαμέτρων σ' ολόκληρη την επιφάνεια
- η σταθερότητα ως προς το ύψος, τη δομή και το ξυλαπόθεμα
- η κλειστή βαθμιδωτή, κατακόρυφη συγκόμωση αναγέννηση συστάδων η διαρκής αναγέννηση σ ολόκληρη την επιφάνεια
- η επιλογική υλοτομία κάθε ατόμου επιδιώκει να εκπληρώσει συγχρόνως την καλλιεργητική αρχή, την αρχή της διατήρησης και βελτίωσης της κηπευτικής δομής, την αρχή της διαρκούς αναγέννησης και την κάρπωση
- δεν υπάρχει συγκεκριμένη κατεύθυνση υλοτο μίας, ούτε κατεύθυνση μετατόπισης και γενικά καμιά τάξη στο χώρο
- στο τελικό (ιδεατό) στάδιο της κηπευτής μορφής επικρατεί μια κατάσταση ισορροπίας (δυναμική)

Ενδιαφέρον παρουσιάζει η κηπευτή μορφή για τα σκιάφυτα δασοπονικά είδη (ελάτη, οξιά και σε μικρότερο βαθμό ερυθρελάτη), χωρίς αυτό να σημαίνει πως δεν μπορούν να υπάρχουν και ομαδοπαγείς κηπευτές - κηπευτοειδείς συστάδες

φωτόφυτων ειδών (περίπτωση αρκετών συστάδων χαλεπίου πεύκης στη χώρα μας).

Ανάλογα με τον τρόπο μίξης των διάφορων βαθμίδων διαμέτρου (διάφορα στάδια εξέλιξης), μια κηπευτή συστάδα μπορεί να είναι ατομοπαγής ή ομαδοπαγής.

Η μέχρι σήμερα εμπειρία, κυρίως στη Μεσευρώπη, απέδειξε πως η κηπευτή μορφή παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα σε σχέση με τις άλλες μορφές, αλλά και αρκετά μειονεκτήματα.

### **Πλεονεκτήματα**

- μεγάλη αντοχή στις εξωτερικές επιδράσεις (ανέμους, χιόνια, θύελλες, έντομα κ.λπ.)
- εκμεταλλεύεται τη μέγιστη δυνατή παραγωγική ικανότητα των μεμονωμένων ατόμων
- αποτελεί την ιδεώδη προστατευτική μορφή δάσους

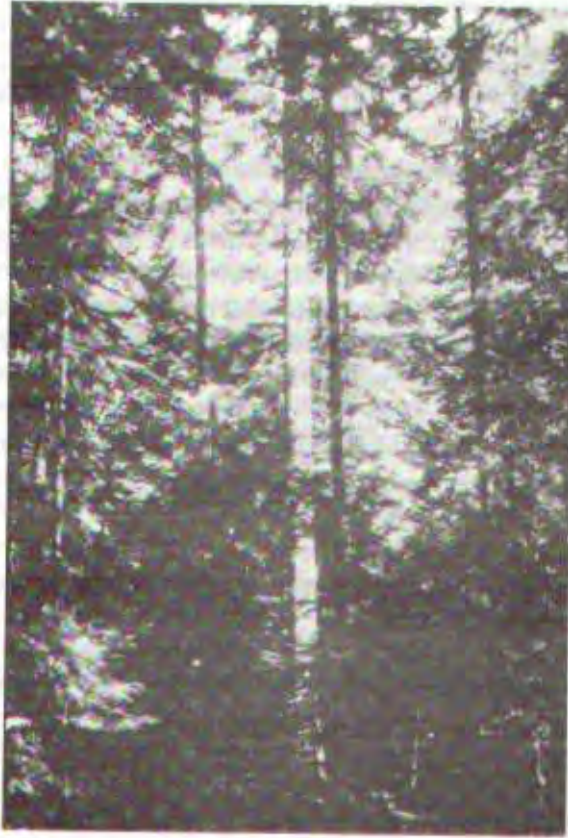
παράγει ξύλο μεγάλων διαστάσεων και καλής ποιότητας

- οι μακροχρόνιες καρπώσεις είναι μεγαλύτερες
- έχει ικανότητα προσαρμογής στις ανάγκες της αγοράς

### **Μειονεκτήματα**

- η προσήμανση είναι κουραστική και απαιτεί πολλές δασοκομικές γνώσεις και ικανότητα
- η συγκομιδή και ταξινόμηση των προϊόντων είναι δύσκολη
- το ενδιαφέρον της μορφής περιορίζεται στα σκιάφυτα είδη
- απαιτεί σχολαστικό δασοκομικό σχεδιασμό και ιδιαίτερη επιμέλεια κατά την εφαρμογή των καλλιεργητικών επεμβάσεων

Στην εικ. 12 που ακολουθεί, φαίνεται δάσος ελάτης στην περιοχή του Περτουλίου.



Εικόνα 12: Κηπευτό δάσος ελάτης, Δάσος Περτουλίου (από Ντάφη, 1999)

#### **2.3.4.3. Υποκηπευτή**

Η υποκηπευτή, η οποία αποτελεί μια ενδιάμεση μορφή ανάμεσα στην ομήλικη και την κηπευτή. Συνδυάζει την κατά χώρο τάξη των ομήλικων με την δυνατότητα εκμετάλλευσης της παραγωγικής ικανότητας του κάθε ατόμου των κηπευτών συστάδων. Στην υποκηπευτή μορφή η διαφορά ηλικίας των επιμέρους ατόμων είναι ίση με κλάσμα του περιπρόπου χρόνου (30 - 60 χρόνια).

Τα ανομήλικα αθροίσματα ομάδες, λόχμες διέπονται από κατά χώρο τάξη (Ντάφης, 1999).

Οι υποκηπευτές συστάδες προέρχονται από διάφορες μεθόδους αναγέννησης, οι σπουδαιότερες από τις οποίες είναι:

- η αναγέννηση με αποψιλωτικές υλοτομίες σε ομάδες, λόχμες ή και στενές λωρίδες
- με υπόσκιες υλοτομίες σε ομάδες και λόχμες
- με κρασπεδικές υλοτομίες
- με συνδυασμό των παραπάνω

Συνήθως η αναγέννηση των υποκηπευτών συστάδων αρχίζει με υπόσκιες υλοτομίες σε ομάδες και λόχμες, οι οποίες με τον χρόνο διευρύνονται και αποκτούν χαρακτήρα κρασπεδικών υλοτομιών σε συνδυασμό με υπόσκιες.

Στην πράξη αναπτύχθηκαν πολλές παραλλαγές υποκηπευτών συστάδων, στις οποίες δόθηκαν τοπικά ονόματα (υποκηπευτή μορφή Βάδης, Βαυαρική, Ελβετική κ.λπ.) και είχαν τοπικό χαρακτήρα και αξία. μιας και διαφέρουν σε μικρολεπτομέρειες.

Στην γενική της θεώρηση όμως η υποκηπευτή μορφή παρουσιάζει ουσιαστικά πλεονεκτήματα και φυσικά και κάποια μειονεκτήματα για περισσότερα δασοπονικά είδη.

### **Πλεονεκτήματα**

- είναι μια πολύπλευρη δασοπονική μορφή που προσαρμόζεται και ανταποκρίνεται εύκολα στις κάθε φορά επικρατούσες βιολογικές, οικολογικές υλοχρηστικές και οικονομικές απόψεις

- η ανομοιομορφία της μορφής και η βαθμιδωτή της δομή την καθιστούν ανθεκτική σε εξωτερικούς κινδύνους
- επιτρέπει την εκμετάλλευση της παραγωγικής δυνατότητας των μεμονωμένων ατόμων
- το έδαφος καλύπτεται συνεχώς από δάσος, ώστε να προστατεύεται αποτελεσματικά
- είναι η καταλληλότερη μορφή για τα περισσότερα δασοπονικά είδη (φωτόφυτα και σκιάφυτα)
- η αναγέννηση είναι σχετικά ανεξάρτητη από χρονιές καρποφορίας
- εφαρμόζονται σχετικά μεγάλοι γενικοί και ειδικοί χρόνοι αναγέννησης (30-40 χρόνια)
- η σε ομάδες και λόχμες αναγέννηση διευκολύνει την συγκομιδή (υλοτομία, μετατόπιση) του ξύλου
- αισθητικά είναι προτιμότερη από την ομήλικη μορφή

### **Μειονεκτήματα**

- στην τελική φάση αναγέννησης με τα πολλά μέτωπα και την χαλάρωση των συστάδων δημιουργούνται κίνδυνοι ανεμοριπιών και χιονοριπιών
- ο δασοκομικός σχεδιασμός είναι δύσκολος και απαιτεί γνώσεις και εντατική εργασία για την εφαρμογή του
- όταν δεν τηρείται μια τάξη των επεμβάσεων στο χώρο, δημιουργούνται σοβαρά προβλήματα κατά τη συγκομιδή
- η επισκόπηση των διαφόρων εργασιών σ' ολόκληρη την επιφάνεια δεν είναι εύκολη

- υπάρχει σχετική δυσκολία στον προσδιορισμό του ξυλαποθέματος και του λήμματος
- απαιτεί καλά μορφωμένο και εκπαιδευμένο προσωπικό

Παρά τα κάποια μειονεκτήματα της μορφής, θεωρείται η υποκηπευτή μορφή η πλέον κατάλληλη για τα περισσότερα δασοπονικά είδη, γι αυτό και θα πρέπει να επιδιώκεται. Πολλές από τις δυσκολίες της μπορούν να αρθούν μετά από κατάλληλο διαχειριστικό, δασοκομικό και υλοχρηστικό σχεδιασμό, αναφερόμενο πλέον στα διάφορα στάδια εξέλιξης και όχι στο γενικευμένο επίπεδο της συστάδας ή του τμήματος.

Στις εικόνες 13 και 14 φαίνονται σε σκίτσο του Σ. Βέργου ομήλικη και κηπευτή συστάδα.



Εικόνα 13: Ομήλικη συστάδα (Σκίτσο Σ. Βέργου)



Εικόνα 14: Κηπευτή συστάδα (Σκίτσο Σ. Βέργου)

#### 2.3.4.4. Επιδιωκόμενες Δασοπονικές μορφές

Τις παραπάνω μορφές αλλά και αρκετές ενδιάμεσες συναντά κανείς και στη πορεία εξέλιξης του φυσικού δάσους. Στα διαχειριζόμενα δάση επιδιώκονται με τη μέθοδο αναγέννησης, αλλά και τους χειρισμούς που ακολουθούν, οι κατάλληλες μορφές, που θα εξυπηρετήσουν με τον καλύτερο τρόπο τον δασοκομικό σκοπό. Βέβαια η επίτευξη κάποιας επιθυμητής δομής δεν αποτελεί

αυτοσκοπό αλλά μέσο ενταγμένο στην όλη δασοπονική δραστηριότητα με στόχο την εξυπηρέτηση του κοινωνικού συνόλου.

Στον πίνακα που ακολουθεί φαίνεται μια σχηματοποίηση βασισμένη στην αξιολόγηση των τριών δασοπονικών μορφών, σε σχέση με τα σπουδαιότερα δασοπονικά μας είδη:

Πίνακας 1 : Κατάλληλες δασοπονικές μορφές για τα διάφορα δασοπονικά μας είδη (Βέργος, 2000)

Δασοπονικό είδος	Δασοπονική μορφή		
	Ομήλικη	Υποκηπευτή	Κηπευτή
Χαλέπιος πεύκη	**	**	*
Τραχεία πεύκη	**	**	*
Μαύρη πεύκη	**	***	-
Δασική πεύκη	**	***	-
Λευκόδερμη πεύκη	**	**	-
Ερυθρελάτη	**	***	*
Ελάτη	*	**	***
Δρυς	**	***	-
Καστανιά	***	-	-
Οξιά	**	***	*
Ταχουαυξή	***	*	-

Υπόμνημα: \* \* \* : Επιδιωκτέα άριστη μορφή

\* \* : Κατάλληλη μορφή

\* : Κατάλληλη μόνο υπό ορισμένες ειδικές συνθήκες

- : Ακατάλληλη μορφή

Από τον πίνακα αυτό προκύπτει ότι για όλα σχεδόν τα δασοπονικά μας είδη (εκτός από την ελάτη) η ομήλικη και υποκηπευτική δομή είναι οι καταλληλότερες, ενώ η κηπευτή είναι από ακατάλληλη μέχρι κατάλληλη, με εξαίρεση πάλι την ελάτη, η οποία παρουσιάζει μεγάλες αποδόσεις σε αυτή τη δομή.

Στα δάση μας υπάρχουν από πλευράς δομών σημαντικά προβλήματα. Η πλειονότητα των δασών και των συστάδων της χώρας μας εμφανίζονται με ακανόνιστες δομές (υποκηπευτοειδεί, κηπευτοειδείς κ.α.). Τόσο από την πλευρά της εκμετάλλευσης και της παραγωγικής δυνατότητας των συστάδων, όσο και από τη διαχειριστική και δασοκομική άποψη, η υποκηπευτή μορφή μπορεί να θεωρηθεί ως η πιο ενδεδειγμένη.

Η κατά χώρο και χρόνο τάξη δεν είναι δυνατόν να τηρηθούν χωρίς σοβαρές θυσίες και για αυτό το λόγο οι δύο αυτές αρχές δεν θα ακολουθούνται αυστηρά.

Οι θυσίες αύξησης είναι δυνατόν να συμπιεστούν με κατάλληλη επιλογή του γενικού και ειδικού χρόνου αναγέννησης των συστάδων.

Μικροί γενικοί χρόνοι αναγέννησης (5-10 χρόνια) θα εφαρμόζονται σε ασταθείς συστάδες ενώ σε σταθερές μορφές ο γενικός χρόνος αναγέννησης μπορεί να εκλέγεται μεγάλος (20-40 χρόνια), ανάλογα με την κατάσταση των συστάδων.



### 2.3.5. Φυσική αναγέννηση συστάδων

Η αναγέννηση των συστάδων είναι ένα αναπόσπαστο μέρος του όλου δασοκομικού χειρισμού, που έχει σαν σκοπό την ανανέωση των γηρασμένων συστάδων και τη διαρκή εξασφάλιση από το δάσος της μέγιστης παραγωγής προϊόντων και υπηρεσιών άριστης ποιότητας. Για το λόγο αυτό στη σύγχρονη δασοκομική αντίληψη η αναγέννηση των συστάδων εντάσσεται στα καλλιεργητικά μέτρα και αποτελεί μια φυσική τους συνέπεια και προέκταση. Εφ' όσον μια συστάδα ανατράφηκε και καλλιεργήθηκε συστηματικά, η φυσική αναγέννηση πλέον είναι φυσικό επακόλουθο και δεν αποτελεί πρόβλημα. Προβλήματα στην αναγέννηση δημιουργούνται μόνο από κακούς, λάθος σχεδιασμένους χειρισμούς.

Όπου λοιπόν είναι δυνατόν με κατάλληλους δασοκομικούς χειρισμούς να εγκατασταθεί χωρίς πρόβλημα φυσική αναγέννηση, αυτό θα πρέπει πάντα να επιδιώκεται. μια και τα πλεονεκτήματα της φυσικής αναγέννησης είναι πάρα πολλά και από κάθε άποψη σημαντικά.

Τα σπουδαιότερα απ' αυτά είναι:

- η φυσική αναγέννηση προσαρμόζεται εύκολα στη φυσική εξέλιξη των συστάδων. Η νεοφυτεία αυξάνεται τα πρώτα χρόνια κάτω από την επιθυμητή προστασία της μητρικής συστάδας.
- διατηρείται διαρκώς το δασογενές κλίμα με τις ευεργετικές για τα δασικά οικοσυστήματα επιδράσεις.
- το έδαφος καλυπτόμενο συνεχώς από βλάστηση, προστατεύεται αποτελεσματικά από τη διάβρωση, την άμεση ηλιακή ακτινοβολία, τους ανέμους και τους παγετούς

- η φυσική αναγέννηση δεν έχει προβλήματα προσαρμογής στο περιβάλλον του τόπου εγκατάστασής της, γιατί προέρχεται από σπόρους ειδών και προελεύσεων προσαρμοσμένων ήδη σ' αυτές τις συνθήκες.
- στις φυσικά αναγεννημένες συστάδες πετυχαίνουμε ευκολότερα την επιθυμητή για το είδος και τη δασοπονία μας δομή.
- η φυσική αναγέννηση μας δίνει μεγάλες δυνατότητες επιλογής κατά την καλλιέργεια, γιατί έχουμε στη διάθεση μας σημαντικά μεγαλύτερο αριθμό ατόμων στο εκτάριο (μέχρι και 300.000 νεαρά άτομα) απ' ότι στις τεχνητά ιδρυόμενες συστάδες.

Παρ' όλα αυτά τα πλεονεκτήματα υπάρχουν συχνά περιπτώσεις που υποχρεώνουν τον δασοκαλλιεργητή σε τεχνητή επανίδρυση κάποιων συστάδων ή σε συμπλήρωση των κενών που άφησε η φυσική αναγέννηση. Συμβαίνει επίσης μερικές φορές να έχουν γίνει καλλιεργητικά λάθη, που οδηγούν σε εξαγρίωση του εδάφους, έντονη χορτοβρίθεια, εμφάνιση φτέρης κ.λπ., ώστε η φυσική αναγέννηση να είναι σχεδόν αδύνατο να εγκατασταθεί. Σε αυτές τις περιπτώσεις δε χρειάζεται να περιμένει κανείς μάταια, θα πρέπει να προχωρήσει στην τεχνητή επανίδρυση της συστάδας.

Γενικά η φυσική αναγέννηση των συστάδων χρειάζεται κατάλληλο σχεδιασμό, προσαρμοσμένο όμως σε κάθε περίπτωση στις δεδομένες συσταδικές συνθήκες. Δεν μπορεί να αποκτήσει γενική ισχύ κανενός είδους συνταγή η προσπάθεια αναγέννησης των συστάδων πλιν όμως μπορούν να γενικευθούν κάποιες αρχές και να απαντηθούν με κάποια ιεράρχηση μερικά βασικά ερωτήματα όπως:

- πότε θα αρχίσει η αναγέννηση της συστάδας;

- από πού θα αρχίσει η αναγέννηση;
- με ποια μέθοδο θα γίνει η αναγέννηση;

Η απάντηση στο πρώτο ερώτημα, που αφορά στον χρόνο έναρξης της αναγέννησης, δίνεται μετά από παράλληλη - σύγχρονη θεώρηση και εκτίμηση πολλών επί μέρους παραγόντων, δεδομένων και απόψεων.

Τα σπουδαιότερα στοιχεία, που πρέπει να συνεκτιμηθούν, είναι:

- ο συγκεκριμένος διαχειριστικός σκοπός
- οι δασοδιευθετικές ανάγκες ολόκληρης της δασικής εκμετάλλευσης
- η δασοπονική μορφή και η επιδιωκόμενη δομή της συστάδας, σε σχέση και με τις ανάγκες που προορίζεται να καλύψει στο μέλλον
- η αυξητική πορεία της συστάδας
- τα προϊόντα που θα παραχθούν
- η υγιεινή κατάσταση της συστάδας
- η παραγωγική δυνατότητα της συστάδας κ.ά.

Το δεύτερο ερώτημα συνδέεται κυρίως με την τρέχουσα κατάσταση των διαφόρων συστάδων ενός δασικού συμπλέγματος και λιγότερο με την τάξη στο χώρο και στο χρόνο των καλλιεργητικών - αναγεννητικών μας επεμβάσεων.

Οι συστάδες ενός δάσους, από άποψη τρέχουσας κατάστασης, διακρίνονται σε:

- Κρίσιμες, όταν η παραγωγική τους δυνατότητα, εξαιτίας της υγείας και ποιοτικής σύνθεσης του ξυλαποθέματος, είναι σημαντικά μικρότερη της παραγωγικής ικανότητας του σταθμού. Αυτές είναι συνήθως γηρασμένες συστάδες ή κακομεταχειρισμένες στο παρελθόν, κακόμορφες, με κουφαλερά και άρρωστα γενικά άτομα. Από τέτοιες συστάδες πρέπει να

αρχίζει η αναγέννηση και φυσικά στο συντομότερο δυνατό χρόνο να ολοκληρώνεται.

- Ασταθείς συστάδες, όταν η παραγωγική τους δυνατότητα δεν απέχει πολύ από την παραγωγική ικανότητα του σταθμού. Η υγιεινή τους κατάσταση, καθώς και η ποιοτική σύνθεση του ξυλαποθέματος, βρίσκονται κοντά και κινδυνεύουν να μεταπέσουν σ' εκείνη των κρίσιμων. Αυτές ακολουθούν τις κρίσιμες για αναγέννηση συστάδες, προσφέρουν όμως τη δυνατότητα να χρησιμοποιηθούν μεγαλύτεροι αναγεννητικοί χρόνοι.
- Σταθερές τέλος θεωρούνται οι συστάδες, των οποίων η παραγωγική δυνατότητα δεν απέχει πολύ από τη παραγωγική ικανότητα του σταθμού. Αυτές είναι υγιείς γενικά συστάδες και μπορούν να διατηρηθούν για άλλα 50 τουλάχιστον χρόνια χωρίς να ζημιωθούν, γι αυτό και θα αναγεννηθούν τελευταίες.

Σ' ό,τι αφορά τέλος στο τρίτο ερώτημα της κατάλληλης αναγεννητικής μεθόδου, εδώ αποφασιστικής σημασία είναι οι παράγοντες:

- δασοπονικό είδος
- δομή και σύνθεση της συστάδας
- εδαφικές συνθήκες και διαμόρφωση εδάφους
- διάνοιξη του δάσους
- μέσα μεταφοράς
- μέθοδοι συγκομιδής του ξύλου
- και με ιδιαίτερη βαρύτητα ο αναγεννητικός σκοπός (επιδιωκόμενη δομή και σύνθεση συστάδας)

Αν παράλληλα με τη δράση όλων αυτών των παραγόντων, δεχθεί κανείς πως κάθε συστάδα είναι κάτι μοναδικό και ανεπανάληπτο, τότε μπορεί εύκολα να αντιληφθεί γιατί αναπτύχθηκαν κατά καιρούς εκατοντάδες μέθοδοι αναγέννησης. Πράγματι στη γερμανόφωνη και μόνο βιβλιογραφία αναφέρονται πάνω από 1500 μέθοδοι αναγέννησης.

Παρ' όλα αυτά οι διαφοροποιήσεις είναι μικρές κι ασήμαντες, προσαρμοσμένες στις κάθε φορά επικρατούσες συνθήκες, έτσι που όλη αυτή η πληθώρα εμπειριών να έχει συμπυκνωθεί στην πράξη σε τρεις κύριες μεθόδους φυσικής αναγέννησης:

- α. την αναγέννηση με υπόσκιες υλοτομίες
- β. την αναγέννηση με αποψιλωτικές υλοτομίες και
- γ. την αναγέννηση με κρασπεδικές υλοτομίες

Μέθοδοι φυσικής αναγέννησης των συστάδων

- α. Αναγέννηση με υπόσκιες υλοτομίες

Με υπόσκιες υλοτομίες μπορούν να αναγεννηθούν σχεδόν όλα τα δασοπονικά είδη. Στην πράξη η μέθοδος αυτή αναγέννησης εφαρμόζεται κυρίως σε είδη ευπαθή στην άμεση ηλιακή ακτινοβολία και στους παγέτους, όπως η οξιά, η ελάτη και η δρυς.

Η όλη αναγεννητική τεχνική αυτής της μεθόδου διακρίνεται σε τρεις κύριες φάσεις:

- της προπαρασκευής της συστάδας και του εδάφους για την αναγέννηση

#### **Προπαρασκευαστικές υλοτομίες**

- της σποράς - Σπερμοδοτίδες υλοτομίες
- και τέλος της σταδιακής παροχής φωτός - Φωτοδοτίδες υλοτομίες

Οι δραστηριότητες αυτές έχουν αρχικά σαν σκοπό να προετοιμάσουν το έδαφος για να υποδεχθεί το σπόρο. Αυτό πετυχαίνεται με μια πρώτη χαλάρωση της κομοστέγης, ώστε να φθάσει περισσότερο φως μέσα στη συστάδα και να διευκολυνθεί έτσι η γρηγορότερη αποσύνθεση της φυλλάδας.

Ταυτόχρονα βέβαια προετοιμάζεται με τις αραιώσεις και η συστάδα για πληρέστερη καρποφορία, εφ' όσον τα άτομα της συστάδας που θα μείνουν θα δεχθούν περισσότερο φως απ' όλες τις πλευρές, ώστε να εμφανίσουν πλουσιότερη ανθοφορία.

Τη φάση αυτή της προετοιμασίας διαδέχονται σε χρονιές πληροκαρπίας οι υλοτομίες σποράς, οι οποίες εκτός από διευκόλυνση των σπόρων να φθάσουν στο έδαφος, αποσκοπούν και στο να δημιουργήσουν το κατάλληλο φυτρωτικό και αυξητικό περιβάλλον, για τη φύτευση των σπόρων και την πρώτη εξέλιξη των φυταρίων.

Στη συνέχεια και αφού έχει εγκατασταθεί η αναγέννηση ακολουθούν οι φωτοδοτίδες υλοτομίες, οι οποίες με την παροχή περισσότερου φωτός, στο εσωτερικό της συστάδας, δημιουργούν το κατάλληλο αυξητικό περιβάλλον για την ομαλή εξέλιξη της αρτιφυτείας αρχικά και νεοφυτείας στη συνέχεια. Η σταδιακή απομάκρυνση των ατόμων της μητρικής συστάδας έχει σαν αποτέλεσμα να περιορίζεται με το χρόνο ο ανταγωνισμός για τα νεόφυτα και να τους δίνεται έτσι περισσότερος χώρος για ανάπτυξη της κόμης και του ριζικού συστήματός τους.

Οι φωτοδοτίδες υλοτομίες μπορούν να ολοκληρωθούν σε μία, δύο ή και περισσότερες περιφορές (υποκηπευτές συστάδες).

## **β. Αναγέννηση με αποψιλωτικές υλοτομίες**

Η μέθοδος αυτή αναγέννησης δεν μπορεί να εφαρμοσθεί σε όλα τα δασοπονικά είδη, παρά μόνο σ' εκείνα των οποίων οι σπόροι μεταφέρονται σε απόσταση με τον άνεμο (πεύκες, ιπιές, σημύδα, τρέμουσα λεύκη κ.λπ.) και δεν είναι ευπαθή (ελάτη, οξιά) στις ακραίες συνθήκες που δημιουργούνται με την απομάκρυνση της μητρικής βλάστησης.

Βαρύσπορα είδη (οξιά, δρυς, καστανιά) δεν μπορούν να αναγεννηθούν μ' αυτή τη μέθοδο, επειδή και οι σπόροι δεν μεταφέρονται με τον άνεμο, αλλά και οι συνθήκες που δημιουργούνται στην απογυμνωμένη από δάσος επιφάνεια είναι ακραίες (παγετοί, άμεση ακτινοβολία κ.λπ.) και καταστρεπτικές για τα νεαρά φυτάρια.

Από άποψη τεχνικής στην πράξη έχει επικρατήσει η αποψίλωση εναλλασσόμενων με δάσος λωρίδων, των οποίων το μέγεθος και σχήμα εξαρτάται από το δασοπονικό είδος, την τοπογραφική διαμόρφωση, τη διάνοιξη του δάσους κ.λπ.

Συνήθως το πλάτος αυτών των λωρίδων κυμαίνεται από 1 - 2 ύψη δένδρων (25 - 50 μέτρα), ανάλογα με τις τοπικές συνθήκες. Στη χώρα μας η μέθοδος αυτή θα μπορούσε να εφαρμοστεί κατά την αναγέννηση ομηλικών συστάδων μαύρης και δασικής πεύκης. Οι λίγες εμπειρίες που υπάρχουν δεν είναι ιδιαίτερα ενθαρρυντικές και συνοδεύονται από τα μειονεκτήματα της μεθόδου που είναι:

- περιορισμένες δυνατότητες εφαρμογής της μεθόδου σε ορισμένα είδη, ορισμένους σταθμούς (όχι χορτομανείς) και ομηλικές συστάδες.
- η αναγέννηση εξαρτάται από χρονιές καρποφορίας

- η καταπολέμηση της υποβλάστησης και η συμπλήρωση των διακένων έχουν δυσκολίες και είναι συχνά δαπανηρές
- μακροπρόθεσμα ο σταθμός ζημιώνεται και υποβαθμίζεται
- για τις ελληνικές συνθήκες η μέθοδος οδηγεί σε διάβρωση του εδάφους, που ποικίλει με την τοπογραφία και το έδαφος. Σκόπιμο είναι να αποφεύγεται η εφαρμογή της, όπου αυτό δεν είναι υποχρεωτικό. εξαιτίας εκτεταμένων καταστροφών. πυρκαγιών, ειδικών συνθηκών κ.ά.

Τα σοβαρότερα πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι:

- η δυνατότητα μηχανοποίησης των συγκομιστικών εργασιών
- η δημιουργία μιας αυστηρής κατά χώρο τάξης
- οι καλλιεργητικές και λοιπές επεμβάσεις είναι ευκολότερες

#### **γ. Αναγέννηση με κρασπεδικές υλοτομίες**

Το περιβάλλον που δημιουργείται με κρασπεδικές υλοτομίες είναι συνδυασμός εκείνου των υπόσκιων, αλλά και των αποψιλωτικών. Δημιουργούνται δηλαδή συνθήκες ενδοδασογενούς (υπόσκιες) και μεταδασογενούς (αποψιλωτικές) περιβάλλοντος, συνδυασμός των οποίων ευνοεί την αναγέννηση όλων των δασοπονικών ειδών (σκιοφύτων και φωτοφύτων).

Στην πράξη η μέθοδος αυτή αναγέννησης έδωσε ικανοποιητικά αποτελέσματα για δασοπονικά είδη, που καρποφορούν συχνά (πεύκες).

Στη χώρα μας, που η καρποφορία είναι γενικά συχνότερη και πλουσιότερη, μπορεί να χρησιμοποιηθεί η μέθοδος αυτή σε περισσότερα δασοπονικά είδη - πεύκη, ελάτη, ερυθρελάτη, ακόμη δε στην οξιά και τη δρυ.



Αν βέβαια η μέθοδος συνδυαστεί και με υπόσκιες υλοτομίες τότε τα αποτελέσματα της είναι ιδιαίτερα ικανοποιητικά και τα όποια δασοκομικά προβλήματα ελαχιστοποιούνται.

Η όλη δε τεχνική είναι συνδυασμός των δύο μεθόδων. Συγχρόνως εφαρμόζονται κρασπεδικές και υπόσκιες υλοτομίες.

Προχωρώντας από τα κράσπεδα προς το εσωτερικό της συστάδας συναντά κανείς κρασπεδικές υλοτομίες, σε ζώνη πλάτους 1 έως 2 ύψη δένδρων, φωτοδότιδες υλοτομίες στη συνέχεια, σπερμοδότιδες πιο μέσα και τέλος προπαρασκευαστικές στο βάθος της συστάδας.

Σε κάθε ζώνη δάσους δηλαδή εγκαθίσταται πρώτα η αναγέννηση με υπόσκιες υλοτομίες και στη συνέχεια απελευθερώνεται και δέχεται μόνο πλευρική - κρασπεδική μερική προστασία. Τα αποτελέσματα της μεθόδου είναι ιδιαίτερα ικανοποιητικά για τις συνθήκες της χώρας μας.

Πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι:

- η δυνατότητα εφαρμογής της μεθόδου σχεδόν σ' όλα τα δασοπονικά είδη και σ' όλους τους παθμούς
- η δημιουργία αυστηρής στο χώρο τάξης
- η παροχή της δυνατότητας μηχανοποίησης των συγκομιστικών εργασιών
- η ευχερής παρακολούθηση της αναγέννησης και των αναγεννητικών εργασιών

Μειονεκτήματα της μεθόδου είναι:

- η στενή εξάρτηση από τα έτη καρποφορίας. Στη χώρα μας δεν υπάρχει τέτοιο πρόβλημα, μιας και έχουμε συχνές και πλούσιες καρποφορίες όλων των δασοπονικών μας ειδών.

- η σχηματοποίηση της αναγέννησης
- η εφαρμογή της μεθόδου μόνο σε ομήλικες - ομοιόμορφες συστάδες

### **2.3.6. Αναγέννηση πρεμνοφυών συστάδων**

Όπως και σε προηγούμενο κεφάλαιο αναφέρθηκε, η πρεμνοφυής μορφή είναι μορφή διαχείρισης των πλατυφύλλων ειδών, επειδή αυτά έχουν τη δυνατότητα να πολλαπλασιάζονται με παραβλαστήματα (πρεμνοβλαστήματα, κορμοβλαστήματα και ριζοβλαστήματα).

Αυτή η ιδιότητα των πλατυφύλλων δεν εξαρτάται μόνο από το είδος, αλλά και από το γενικότερο κλίμα, γι αυτό και η πρεμνοφυής μέθοδος διαχείρισης αναπτύχθηκε και εξελίχθηκε κύρια στην παραμεσόγειο περιοχή, όπου οι συνθήκες παραβλάστησης των πλατυφύλλων ειδών είναι άριστες.

Στη χώρα μας περισσότερα από τα μισά δάση διαχειρίζονται ακόμη και σήμερα με πρεμνοφυή μορφή (σχεδόν όλα τα δρυοδάση και τα αείφυλλα πλατύφυλλα, και μέχρι πρότινος και μέρος των δασών οξιάς), γι' αυτό και η μελέτη αυτής της μορφής έχει ιδιαίτερη αξία για τη δασοπονική μας πράξη.

Οι κύριες δασοπονικές μορφές που επιδιώκονται κατά τη διαχείριση των πρεμνοφυών δασών της χώρας μας είναι:

- α. η ομήλικη πρεμνοφυής μορφή και
- β. η ομήλικη πρεμνοφυής με παρακρατήματα

Σκόπιμο είναι στη σημείο αυτό να αναφερθεί πως στο μέλλον, και εφ' όσον συνεχίζει να εφαρμόζεται η πρεμνοφυής μορφή διαχείρισης, θα πρέπει ίσως να δοκιμασθούν και ανομήλικες, βαθμιδωτής δομής (υποκηπευτοειδείς) συστάδες,

οι οποίες είναι σίγουρο πως θα προσφέρουν μεγαλύτερη σταθερότητα οικοσυστημάτων και ένα καλύτερο οπτικό αποτέλεσμα (αισθητική).

#### **α. Ομήλικη πρεμνοφυής μορφή**

Η μορφή αυτή είναι η απλούστερη μορφή οικονομικά διαχειριζόμενου δάσους. Το μόνο μέλημα του δασοδιαχειριστή είναι να εξασφαλίσει στο τέλος του περίτροπου χρόνου, με κατάλληλες, σε κατάλληλο χρόνο και εποχή υλοτομίες, την αναγέννηση με πρεμνοβλαστήματα των συστάδων. Να διατηρείται δηλαδή πάντα μεγάλη η πρεμνοβλαστική ικανότητα των ατόμων της συστάδας.

Από διαχειριστική άποψη το δάσος διαιρείται σε τόσες συστάδες ή ίσης απόδοσης επιφάνειες, όσες και ο περίτροπος χρόνος (2 χρόνια), για να υλοτομείται κάθε χρόνο αποψιλωτικά μια τέτοια επιφάνεια. Είναι αυτονόητο πως ο σχεδιασμός μιας τέτοιας αειφορικής εκμετάλλευσης δάσους προϋποθέτει ανάλογα μεγάλη έκταση κάτι που δεν συμβαίνει σε όλα τα δασικά συμπλέγματα (διαλείπουσα περιοδική εκμετάλλευση).

Από δασοκομική άποψη η εκμετάλλευση των πρεμνοφυών δασών δεν έχει ιδιαίτερες δυσκολίες και ο όλος δασοκομικός σχεδιασμός περιορίζεται σε τρία και μόνο σημεία:

- να καθορισθεί ανάλογα με το είδος και τον σταθμό ο περίτροπος χρόνος
- να επιλεγεί η κατάλληλη εποχή υλοτομίας και
- να υποδειχθεί ο κατάλληλος τρόπος υλοτομίας.

Ο περίτροπος χρόνος γενικά καθορίζεται με βάση το δασοπονικό είδος, τις σταθμικές συνθήκες και τον επιδιωκόμενο δασοπονικό σκοπό. Στη διαχείριση

δε των πρεμνοφυών δασών έχει ιδιαίτερη σημασία ο ακριβής καθορισμός του περιτρόπου χρόνου, γιατί μετά από κάποια ηλικία μειώνεται η πρεμνοβλαστική ικανότητα των περισσότερων ειδών. Τα πρεμνοβλασάνοντα είδη της χώρας μας διατηρούν σχετικά μεγάλη πρεμνοβλαστική ικανότητα μέχρι την ηλικία των 40-50 χρόνων.

Από δασοκομική άποψη κατάλληλοι περίτροποι χρόνοι, για τις οικολογικές συνθήκες της χώρας μας, θεωρούνται αυτοί των 30-40 χρόνων, γιατί εξασφαλίζουν πολύ καλή αναγέννηση για όλα τα δασοπονικά μας είδη, ακόμη και για της οξιιά (Πήλιο).

Το εύρος των περιτρόπων χρόνων εκφράζει τον σημαντικό ρόλο που παίζει ο σταθμός στη διαδικασία καθορισμού αυτών των χρόνων. Στους χειρότερους σταθμούς χρησιμοποιούνται μεγαλύτεροι χρόνοι και αντίθετα στους καλούς σταθμούς μικρότεροι. Ο σταθμός επηρεάζει τόσο την αύξηση των πρεμνοβλαστημάτων, όσο και την πρεμνοβλαστική ικανότητα των ειδών. Δεν θα πρέπει όμως να ξεχνά κανείς πως μετά από κάθε αποψιλωτική υλοτομία [20-40-(50) χρόνια] η βιοκοινωνική ισορροπία του δασικού αυτού οικοσυστήματος διαταράσσεται σημαντικά και το έδαφος σταδιακά υποβαθμίζεται, επειδή απολαμβάνεται ξύλο μικρών διαστάσεων και επομένως πλούσιο σε ανόργανα συστατικά.

### **β. Ομήλικη πρεμνοφυής μορφή με παρακρατήματα**

Η μορφή αυτή είναι μια παραλλαγή της προηγούμενης με διαφοροποιό στοιχείο την παρακράτηση μερικών ατόμων για άλλο ένα ή περισσότερους περίτροπους χρόνους.

Ο σκοπός αυτής της παρακράτησης μπορεί να είναι διάφορος ή και συνδυασμός πολλών σκοπών, οι κυριότεροι από τους οποίους είναι:

- η παραγωγή ξύλου μεγαλύτερων διαστάσεων
- η παραγωγή καρπών (βελανιδιών)
- η μερική προστασία του εδάφους
- η παροχή καταφυγίου σε διάφορα πτερωτά και
- τέλος η σταδιακή αναγωγή των πρεμνοφυών συστάδων σε διφυείς και τελικά σε σπερμοφυείς.

Τα δασοκομικά προβλήματα που προκύπτουν από τον χειρισμό τέτοιας μορφής δασών είναι:

- ο καθορισμός του αριθμού των παρακρατημάτων
- η επιλογή των κατάλληλων για παρακράτηση ατόμων καθώς και
- ο τρόπος της παρακράτησης

Ο αριθμός των παρακρατημάτων εξαρτάται από τον επιδιωκόμενο σκοπό, το δασοπονικό είδος, τον σταθμό και τον τρόπο παρακράτησης; Στη χώρα μας επικράτησε η παρακράτηση 50-120 ατόμων στο εκτάριο, όταν η παρακράτηση γίνεται κάτι άτομο. Όταν βέβαια η παρακράτηση γίνεται σε ομάδες ή λόχμες τότε ο αριθμός είναι μεγαλύτερος.

Η επιλογή των παρακρατημάτων είναι περισσότερο σύνθετη εργασία και απαιτεί μεγάλη προσοχή. Διατηρούνται για άλλο ένα τουλάχιστον περίτροπο χρόνο τα φαινοτυπικά άριστα πρεμνοβλαστήματα, που έχουν ατομικοποιηθεί και φυσικά κάθε καλό σπερμοβλάστημα. Με ιδιαίτερη σχολαστικότητα πρέπει να εξετάζεται η διαμόρφωση της κόμης των ατόμων που θα παρακρατηθούν, επειδή μια καλά διαμορφωμένη, συμμετρική κόμη περιορίζει σημαντικά το πρόβλημα των

αδηφάγων βλαστών. Η εμφάνιση αδηφάγων βλαστών είναι το σπουδαιότερο μειονέκτημα αυτής της μορφής, στα πρεμνοφυή δρυοδάση κυρίως, αλλά και στα καστανωτά.

Ο τρόπος παρακράτησης απορρέει από τον σκοπό που επιδιώκει η παρακράτηση. Εφαρμόζονται στην πράξη δύο τέτοιες μέθοδοι:

- η κατ' άτομο παρακράτηση σ όλη την έκταση
- η παρακράτηση σε ομάδες και λόχμες στις καλύτερες ποιότητες τόπου.

Στη χώρα μας μέχρι πριν λίγα χρόνια κυριαρχούσε η παρακράτηση κατ' άτομο, η οποία σε μεγάλο βαθμό αντικαταστάθηκε σήμερα από την παρακράτηση σε ομάδες και λόχμες με τελικό σκοπό την αναγωγή των συστάδων.

Η μορφή αυτή διαχείρισης των πρεμνοφυών δασών είναι πλεονεκτικότερη από την προηγούμενη επειδή:

- διευκολύνει την έμμεση αναγωγή των πρεμνοφυών συστάδων
- προστατεύει καλύτερα το έδαφος και
- παράγει ξύλο μεγάλων διαστάσεων

Από όσα για τις δύο μορφές δασών αναφέρθηκαν προκύπτει ότι προτιμότερη για τα πρεμνοφυή δάση της χώρας μας (δρυοδάση) είναι η με παρακρατήματα πρεμνοφυής μορφή. Η παρακράτηση θα πρέπει να γίνεται σε ομάδες και λόχμες, στις καλύτερες θέσεις της συστάδας και στη συνέχεια να διευκολύνεται με καλλιεργητικές επεμβάσεις (θετική επιλογή). Η με αυτό τον τρόπο παρακράτηση θα πρέπει να αποσκοπεί στην μελλοντική αναγωγή των συστάδων και όχι απλά στην παραγωγή καυσόξυλων μεγαλύτερων διαστάσεων.

### **2.3.7. Αναγωγή πρεμνοφυών δασών**

Τα πρεμνοφυή δάση της χώρας μας καταλαμβάνουν τη μισή σχεδόν δασοσκεπή έκταση. Τα προϊόντα, που απ' αυτά τα δάση παράγονται είναι κατά κύριο λόγο καυσόξυλα και σε μικρό μόνο ποσοστό τεχνικό ξύλο. Η σε μικρά χρονικά διαστήματα (20-40 χρόνια) απόληψη της βιομάζας (μικρών διαστάσεων ξύλο) δημιουργεί σοβαρή διαταραχή στα οικοσυστήματα αυτά και προοδευτική υποβάθμιση του εδάφους. Πέρα απ' αυτά τα αρνητικά στοιχεία τα πρεμνοφυή δάση δεν μπορούν να ανταποκριθούν στις σημερινές αυξημένες απαιτήσεις της κοινωνίας για προϊόντα και υπηρεσίες υψηλής ποιότητας.

Για όλους τους παραπάνω λόγους η αναγωγή των πρεμνοφυών δασών σε σπερμοφυή προβάλλει σαν ένα από τα σοβαρότερα δασοπονικά και δασοκομικά προβλήματα της χώρας μας και χρειάζεται άμεση και δραστική αντιμετώπιση.

Λέγοντας αναγωγή πρεμνοφυών δασών εννοούμε τη μεταβολή της διαχειριστικής μορφής από πρεμνοφυή σε σπερμοφυή (Ντάφης, 1999).

Την αναγωγή αυτή μπορούμε να την πετύχουμε με δύο κυρίως τρόπους:

#### **α. με καλλιεργητικά μέτρα**

Για την εφαρμογή αυτής της μεθόδου παρατείνουμε τον περίτροπο χρόνο (έως 100- 120 χρόνια) και χειριζόμαστε στη συνέχεια τις συστάδες ως σπερμοφυείς. Έτσι πετυχαίνουμε από τη μία την εκμετάλλευση της παραγωγικής δυνατότητας των συστάδων, για παραγωγή τεχνικού ξύλου, και από την άλλη προετοιμάζουμε τα δένδρα και το έδαφος για τη φυσική αναγέννηση.

### **Αναγωγικές αραιώσεις**

Αυτή η μέθοδος μπορεί και πρέπει να εφαρμοσθεί στους καλύτερους σταθμούς και στις καλύτερες συστάδες. Εκτιμάται ότι το 1/3 περίπου των πρεμνοφυών δασών της χώρας μας προσφέρεται για αναγωγή με καλλιέργεια. Η μέθοδος μπορεί να εφαρμοσθεί συγχρόνως σε μεγάλες εκτάσεις, χωρίς να δημιουργεί ιδιαίτερα μεγάλο κόστος.

Ο σκοπός των αναγωγικών αραιώσεων σ' αυτή τη περίπτωση αναφέρεται στην επιλογή και ευνόηση των καλύτερων ατόμων. Καλύτερα άτομα σε μια πρεμνοφυή συστάδα είναι τα σπερμοβλαστήματα και όσα από τα πρεμνοβλαστήματα εμφανίζονται ατομικοποιημένα, με καλή μορφή κορμού και κόμης. Τα άτομα αυτά θα πρέπει να είναι κατά το δυνατόν κατανεμημένα σε ολόκληρη την επιφάνεια της συστάδας. Οι καλλιεργητικές μας επεμβάσεις (αναγωγικές αραιώσεις) θα έχουν κύρια χαρακτήρα θετικής επιλογής. Επιλέγονται δηλαδή τα καλύτερα άτομα τα οποία και ευνοούνται με την απομάκρυνση του οξύτερου ανταγωνιστή. Αρνητική επιλογή στην περίπτωση των πρεμνοφυών δασών δεν έχει νόημα, δεδομένου ότι το περισσότερο υλικό πρεμνοφυούς προέλευσης εμφανίζεται κακόμορφο και προβληματικό, εξαιτίας αυτής καθεαυτής της προέλευσής του. Μια τέτοια προσπάθεια επιλογής και ανατροφής νεαρών πρεμνοφυών συστάδων, κυρίως δρυός, μπορεί να δώσει ικανοποιητικά αποτελέσματα εάν οι καλλιεργητικές επεμβάσεις αρχίσουν από τα στάδια της νεοφυτείας και πυκνοφυτείας, για να συνεχιστούν στα κορμίδα και τους κορμούς όπως στα σπερμοφυή δάση.

Πολύ καλά αποτελέσματα έχει να επιδείξει μια τέτοια προσπάθεια αναγωγής πρεμνοφυών δασών στις καλύτερες ποιότητες τόπου (I, II, III) δρυοδασών της



B. Χαλκιδικής (Ντάφης, 1966). Η σημερινή εμφάνιση αυτών των συστάδων δεν υστερεί καθόλου αυτής των σπερμοφυούς προέλευσης, παράγοντας σε μικρές βέβαια ακόμη ποσότητες τεχνικό ξύλο. Μένει να αναγεννηθούν φυσικά αυτές οι συστάδες για να ολοκληρωθεί η αναγωγική αυτή προσπάθεια με επιτυχία και να αποτελέσει σοβαρό ερέθισμα επέκτασης των αναγωγικών αραιώσεων σε όλα τα καλής σχετικά ποιότητας τόπου πρεμνοφυή δρυοδάση.

### **β. με τεχνητή αναγέννηση - ενρητίνωση**

Σ' αυτή την περίπτωση εγκαθιστούμε την αναγέννηση τεχνητά, συνήθως με φύτευση. Η μέθοδος εφαρμόζεται στις χειρότερες ποιότητες τόπου (1/3 περίπου των δρυοδασών της χώρας μας), όπου πλέον οι σταθμολογικές συνθήκες δεν ανταποκρίνεται στις βιολογικές απαιτήσεις των υπαρχόντων ειδών (δρυός, οξιάς). Για τον λόγο αυτό η τεχνητή αναγέννηση συνοδεύεται απαραίτητα με αλλαγή (προσωρινή) των ειδών.

Για τις συνθήκες που επικρατούν στα πρεμνοφυή δάση της χώρας μας, ενδείκνυται η εισαγωγή κωνοφόρων - ενρητίνωση, σε μίξη με τα υπάρχοντα πλατύφυλλα, σε αναλογία 0,6 - 0,7 κωνοφόρα και 0,4 - 0,3 πλατύφυλλα (δρυς).

Ειδικότερα για διάφορες ζώνες βλάστησης της χώρας μας προτείνεται:

- Για την περιοχή των αείφυλλων πλατύφυλλων (*Querquetalia ilicis*) η εισαγωγή της χαλεπίου, τραχείας, κυπαρισσιού, κουκουναριάς, καθώς και της παραθαλάσσιας και ακτινωτής πεύκης, του κυπαρισσιού της Αριζόνας και ειδών ευκαλύπτου σε όχι παγετόπληκτες θέσεις.
- Για τη ζώνη των φυλλοβόλων πλατύφυλλων (*Querquetalia rubescentis*) η χρησιμοποίηση της μαύρης Πεύκης και στην κατώτερη υποζώνη η

παραθαλάσσια πεύκη. Στις ιδιαίτερα υποβαθμισμένες θέσεις σκόπιμη θεωρείται η χρησιμοποίηση της ψευδακακίας.

- Τέλος για τη ζώνη της οξιάς (Fagetalia) η χρησιμοποίηση της μαύρης και δασικής πεύκης, της ελάτης και σε καλούς σταθμούς της ψευδοτσούγκας και άλλων κωνοφόρων.

Τέλος ένα μέρος των πρεμνοφυών δασών μας μπορεί να συνεχίσει να διαχειρίζεται με τη σημερινή μορφή (πρεμνοφυής με παρακρατήματα σε ομάδες λόχμες) για την παραγωγή καυσόξυλων. Θα πρέπει όμως και σ' αυτά τα δάση, ή σε ομάδες παρακράτηση ορισμένων ατόμων, να έχει σαν τελικό στόχο την αναγωγή και όχι την απόληψη στον επόμενο περίτροπο χρόνο κάποιου μεγαλύτερων διαστάσεων (χονδρότερου) ξύλου. Αυτή η τεχνική θα μπορούσε να αποτελέσει μια τρίτη μέθοδο έμμεσης αναγωγής των δρυοδάσων και θα είχε εφαρμογή επίσης στο 1/3 περίπου των δρυοδάσων μας, που εδράζονται σε σταθμούς μέσης ποιότητας.

Απ' όσα παραπάνω αναφέρθηκαν προκύπτει ότι, οι ενέργειες οι απαραίτητες για την αναγωγή των πρεμνοφυών δασών, συνθέτουν ένα τιπάνιο δασοπονικό έργο, με παράλληλη επενδυτική στήριξη, γι' αυτό χρειάζεται κατάλληλο σχεδιασμό και αυστηρή ιεράρχηση ενεργειών.

- Η αναγωγή με καλλιεργητικά μέτρα μπορεί άμεσα και χωρίς μεγάλες δαπάνες να επεκταθεί σ' ολόκληρη την κατάλληλη για καλλιεργητικές επεμβάσεις έκταση (περίπου 4.000.000 στρέμματα).
- Η αναγωγή με τεχνητή αναγέννηση - ενρητίνωση θα πρέπει να επιδιωχθεί σταδιακά με ένα ρυθμό 200.000 στρέμματα τον χρόνο, ώστε

σε μια 20ετία να αναχθεί τεχνητά το 1/3 των πρεμνοφυών δασών σε σπερμοφυή.

- Τέλος το υπόλοιπο τρίτο, διαχειριζόμενο πρεμνοφυώς, θα οδηγηθεί έμμεσα με την παρακράτηση πολυπεριτρόπων ατόμων, μέσα από μια διφυή μορφή, μελλοντικά στην επιθυμητή σπερμοφυή μορφή.

Για την υλοποίηση του τεραστίου αυτού έργου θα απαιτηθεί κατά πρώτο λόγο εξειδικευμένο προσωπικό και φυσικά κατάλληλη επενδυτική υποστήριξη, ιδιαίτερα για την διενέργεια των ενρητινώσεων.

#### Αναγέννηση καστανωτών

Η καστανιά είναι το μόνο από τα πλατύφυλλα είδη, που διαχειρίζεται στη χώρα μας πρεμνοφυώς και αποδίδει μεγάλες ποσότητες τεχνικής και χρήσιμης γενικά ξυλείας.

Το γεγονός αυτό συνδυασμένο και με την ευπάθεια του είδους, κυρίως σε μυκητικές προσβολές - καρκίνος καστανιάς (*Endothia parasitica*), μελάνωση καστανιάς (*Phytophthora cambinova*) κ.ά - σε μεγαλύτερες ηλικίες (70-80 χρόνια), υπαγορεύει την αναγκαιότητα ή και τη σκοπιμότητα στην προκειμένη περίπτωση, για συνέχιση της πρεμνοφυούς διαχείρισης της καστανιάς.

Η καστανιά στο χώρο και στις περιοχές εξάπλωσης της δημιουργεί μεικτές ή και αμιγείς συστάδες, εξαιτίας της μεγάλης ανταγωνιστικής της ικανότητας. Τα είδη με τα οποία συχνά εμφανίζεται είναι είδη αείφυλλων πλατύφυλλων, είδη φλαμουριάς, είδη δρυός και συχνά εισχωρεί στη ζώνη της ελάτης ή και της οξιάς ακόμη.

Το είδος και η μορφή της μίξης, πέρα από τις συνθήκες της κάθε περιοχής, είναι συχνά συναρτημένες και με την πρεμνοβλαστική ικανότητα του είδους, που

μειώνεται αισθητά με αύξηση της ηλικίας. Σε νεαρές έντονα πρεμνοβλαστώνουσες συστάδες καστανιάς η μίξη με άλλα είδη είναι δύσκολη ή και αδύνατη ακόμη, εξαιτίας της μεγάλης ανταγωνιστικής ικανότητας του είδους και του διαφορετικού περιτρόπου χρόνου. που συνήθως χρησιμοποιείται.

Με όποια σύνθεση όμως, με όποια μορφή και είδος μίξης και σε όποια ζώνη βλάστησης κι αν εμφανίζεται η καστανιά, οι καλλιεργητικές μας επεμβάσεις, αλλά και τι όλη αναγεννητική διαδικασία θα έχουν στο κέντρο του ενδιαφέροντος την καστανιά, μια και όλα τα άλλα είδη υστερούν σε ταχύτητα αύξησης και παραγωγής, ειδικά κάτω από πρεμνοφυή διαχείριση, ώστε να είναι δύσκολη η διατήρηση της όποιας μίξης.

Η αναγέννηση της καστανιάς γίνεται με αποψιλωτικές υλοτομίες, μετά από κοπή των δέντρων σύρριζα, με λείες τομές και κατάλληλη διαμόρφωση της κάθε «φωλιάς-μάνας» πρέμνου καστανιάς.

Στην πρώτη μετά την υλοτομία αυξητική περίοδο, σε κάθε καλά διαμορφωμένο (ανοιγμένο) πρέμνο εμφανίζονται πολυάριθμα (50-70, μετρήθηκαν μέχρι και 350) πρεμνοβλαστήματα, τα ζωτικότερα από τα οποία στην ίδια αυτή περίοδο φθάνουν σε ύψος 2 και 3 μέτρων ακόμη.

Ο ανταγωνισμός μεταξύ των πρεμνοβλαστημάτων είναι ιδιαίτερα έντονος και οπωσδήποτε εξουθενωτικός και καταστρεπτικός για πρεμνοβλαστήματα ή και σπερμοβλαστήματα άλλων ειδών.

Η συγκόμωση και το “κλείσιμο” γενικά της συστάδας επέρχεται πολύ σύντομα, στα 2- 3 χρόνια, ώστε ο κίνδυνος διάβρωσης και υποβάθμισης του εδάφους να ελαχιστοποιείται.

Οι πρώτες επεμβάσεις – καθαρισμοί, γίνονται στο 7ο έτος (Αρναία) της νεαρής συστάδας και το υλικό που κόβεται μένει συνήθως μέσα στη συστάδα, επειδή είναι λεπτών διαστάσεων και έχει αυξημένο κόστος εξωδάσωσης και περιορισμένες χρήσεις (λεπτοί πάσσαλοι, βέργες κ.ά.). Υλοτομείται περίπου το 50% των πρεμνοβλαστημάτων κάθε “φωλιάς” και μένουν τα ζωτικότερα, ευθυτενή άτομα, κατάλληλα κατανεμημένα στην περιφέρεια του πρέμνου.

Ο δεύτερος καθαρισμός γίνεται σε ηλικία 14 χρόνων και το παραγόμενο υλικό διαμορφώνεται και μεταφέρεται έξω από τη συστάδα, για να χρησιμοποιηθεί σε διάφορες εγκαταστάσεις και κατασκευές (παλμέτες οπωρώνων, αμπελιών, μεταλλεία, πάσσαλοι περίφραξης κ.ά.).

Μετά το δεύτερο καθαρισμό σε κάθε πρέμνο - “φωλιά” - μένουν από 2-5 άτομα, ανάλογα με το μέγεθος της περιμέτρου του πρέμνου, τα οποία και είναι τα καλύτερα άτομα για τη συγκρότηση της τελικής συστάδας.

Τέλος σε ηλικία 25 έως 30 χρόνων (στο Άγιο Όρος μέχρι και 60 χρόνων) γίνεται η τελική αποψιλωτική υλοτομία, για να παραχθούν προϊόντα μεγάλων διαστάσεων, χωρίς προσβολές από μύκητες και με πολλαπλές δυνατότητες στη χρησιμοποίησή τους (πριστή ξυλεία, παρκέτα. δούγιες βαρελιών, οικοδομήσιμη στρογγύλη και πελεκητή ξυλεία. στύλοι, πάσσαλοι κ.λπ.).

Η αναγέννηση της συστάδας θα είναι φυσικά το αποτέλεσμα αυτής της τελικής υλοτομίας, μετά από κατάλληλη απομάκρυνση και διευθέτηση των υπολειμμάτων, ώστε να μην εμποδίζεται η πρεμνοβλάστηση των μητρικών πρέμνων.

Ο κύκλος αυτός επεμβάσεων και τελικών καρπώσεων θα συνεχισθεί μέχρι ότου η πρεμνοβλαστική ικανότητα της συστάδας εξασθενήσει (200-250 χρόνια) σε τέτοιο βαθμό, ώστε η όλη εκμετάλλευση να μην είναι πλέον παραγωγική και αποδοτική.

Στην περίπτωση αυτή θα πρέπει να εγκατασταθεί μια νέα συστάδα με φύτευση σπερμοφυών δενδρυλλίων, τα οποία σε ηλικία 10-15 χρόνων υλοτομούνται αποψιλωτικά για να έχουμε έτσι την πρώτη πρεμνοφυή συστάδα - καστανωτό.

Σημείωση: Οι επεμβάσεις που στις σημειώσεις αυτές περιγράφονται βασίζονται σε εμπειρίες και τεχνικές που εφαρμόζονται στην περιοχή Αρναίας Χαλκιδικής. Σε άλλες περιοχές μπορεί να εμφανίζονται μικρές αποκλίσεις και διαφοροποιήσεις (Βέργος, 2000).

## **2.3.8. Έννοιες και όροι της δασικής Υδρολογίας**

### **2.3.8.1. Υδατοσυγκράτηση**

Το φαινόμενο της συγκράτησης ενός μέρους των νερών της βροχής από την κόμη των δέντρων και θάμνων της δασικής βλάστησης αλλά και της απορροής ύδατος από τους κορμούς και τα κλαδιά αυτών έχει μεγάλη σημασία, αφού η δασική βλάστηση μπορεί να επηρεάζει τόσο την ποσότητα όσο και την διαίτα των απορρεόντων νερών.

Για τη μελέτη του παραπάνω φαινομένου χρησιμοποιούνται οι ακόλουθοι όροι (Κωτούλας, 1995) και (Κωτούλας, 2001)

υδατοσυγκράτηση μεμονωμένου δέντρου, συστάδας, θάμνων ή ποών: είναι το ποσό της βροχόπτωσης το οποίο συγκρατείται κατά τη διάρκεια μιας χρονικής περιόδου από την κόμη των δέντρων, θάμνων ή ποών ή της κομοστέγης των

συστάδων και εξαμιζόμενο επιστρέφει στην ατμόσφαιρα. Αποτελεί τη διαφορά ύψους βροχής κατά την συγκεκριμένη χρονική περίοδο μεταξύ γυμνής επιφάνειας και επιφάνειας καλυμμένης με δασική βλάστηση μετά την αφαίρεση της ποσότητας του νερού που απορρέει από τα κλαδιά και τους κορμούς της δασικής βλάστησης. Αποτελεί ποσοστό του συνολικού ύψους βροχής.

κομοδιαβροχή μεμονωμένου δέντρου, συστάδας, θάμνων ή ποών: είναι το ποσό της βροχόπτωσης το οποίο απαιτείται για να διαβραχούν οι επιφάνειες των φύλλων των κλαδιών και των βλαστών έτσι ώστε να αρχίσει η σταγονόπτωση προς το δασικό έδαφος. Αποτελεί τη μέγιστη ποσότητα νερού την οποία μπορεί να συγκρατηθεί από την κόμη της δασικής βλάστησης.

κορμοαπορροή μεμονωμένου δέντρου, συστάδας, θάμνων: είναι το ποσό της βροχόπτωσης το οποίο απορρέει επί του κορμού της δασικής βλάστησης προς το δασικό έδαφος σε μία ορισμένη χρονική περίοδο. Αποτελεί ποσοστό του συνολικού ύψους βροχής.

κορμοδιαβροχή μεμονωμένου δέντρου, συστάδας, θάμνων: είναι το ποσό της βροχόπτωσης το οποίο είναι αναγκαίο για την διαβροχή της επιφάνειας των κορμών και των κλαδιών της δασικής βλάστησης και να καταστεί έτσι δυνατή η έναρξη της κορμοαπορροής. Μετριέται συνήθως σε mm βροχής.

διαπερώσα βροχή: είναι το ποσό της βροχόπτωσης το οποίο διαπερνά την κόμη των δασικών δέντρων και θάμνων ή την κομοστέγη των συστάδων κατά τη διάρκεια μιας συγκεκριμένης χρονικής περιόδου και φθάνει στο δασικό έδαφος. Δίνεται σε mm βροχόπτωσης ή και επί τοις % της βροχόπτωσης που καταγράφεται σε γυμνό έδαφος.

Οι σταγόνες της βροχής κινούνται με μία ταχύτητα 8 m/sec και προσκρούουν πάνω στα φύλλα και τις βελόνες της δασικής βλάστησης. Έτσι θραύεται η κινητική τους ενέργεια και επέρχεται διάσπαση σε σταγονίδια. Ένα μέρος από αυτά εκσφενδονίζεται και το υπόλοιπο συγκρατείται από τα φύλλα ή τις βελόνες με τη μορφή λεπτού υδατινού στρώματος ή σταγόνων.

Η μορφή και η ποσότητα του συγκρατούμενου νερού εξαρτάται κυρίως από το κηρώδες επίστρωμα των βελονών ή των φύλλων. Όταν είναι λεπτό αρκεί μικρή ποσότητα νερού για να διαβρέχει ολόκληρη η επιφάνεια του φύλλου. Αντίθετα όπου το στρώμα είναι παχύ, εκεί συσσωρεύονται μεγαλύτερες ποσότητες νερού με τη μορφή χονδρών σταγόνων οι οποίες εξατμίζονται ταχέως.

Στα κωνοφόρα είδη η συγκρατούμενη ποσότητα του νερού συγκεντρώνεται ως επί τω πλείστων στις άκρες των βελονών. Στα είδη που οι βελόνες φύονται πυκνά όπως η ερυθρελάτη συγκρατούν περισσότερο νερό λόγω της ανωμαλίας και της ανομοιογένειας της διαμόρφωσης της κόμης τους. Γενικά όσο μακρύτερες είναι οι βελόνες, τόσο ταχύτερα διοχετεύεται το νερό προς τα άκρα των βελονών.

Στα πλατύφυλλα είδη και ιδιαίτερα σε κείνα που αναπτύσσουν πλατιά φύλλα, το συγκρατούμενο νερό συγκεντρώνεται εντός των κοιλωμάτων των φύλλων και στις ακμές αυτών, με τη μορφή χονδρών σταγόνων. Για το λόγο αυτό η υφή των φύλλων έχει ιδιαίτερη σημασία για την υδατοαποθηκευτική ικανότητα των ειδών. Φύλλα με τραχεία επιφάνεια ή πύλημα μπορούν να συγκρατήσουν περισσότερο νερό από φύλλα με λεία επιφάνεια. Επίσης η θέση των φύλλων παίζει σημαντικό ρόλο. Κεκλιμένα ή κρεμάμενα φύλλα απάγουν ταχέως το νερό.



Η σταγονόπτωση από ένα φύλλο ή μία βελόνα της κόμης προς το δασικό έδαφος αρχίζει, όταν η συνολική επιφάνεια του έχει κορεσθεί με νερό δηλαδή όταν το βάρος του υπό μορφή σταγόνων συγκεντρωμένο νερό υπερβεί τις υφιστάμενες δυνάμεις συνάφειας. Κατά συνέπεια η σταγονόπτωση εξαρτάται από την ένταση της βροχής, το μέγεθος των σταγόνων αλλά και από την ένταση του ανέμου.

Η δράση του ανέμου μειώνει την κομοδιαβροχή της δασικής βλάστησης. Προκαλεί κίνηση των δέντρων και έτσι ένα μέρος του συγκρατούμενου νερού αποκολλάται και πέφτει στο έδαφος ή εξατμίζεται προς την ατμόσφαιρα. Για το λόγο αυτό η συνολική κομοδιαβροχή μπορεί να διακριθεί:

- παραμένουσα κομοδιαβροχή: είναι η μέγιστη δυνατή ποσότητα του νερού που μπορεί να συγκρατηθεί από την κομοστέγη της δασικής βλάστησης με παράλληλη δράση ισχυρού ανέμου.
- περιορισμένη κομοδιαβροχή: είναι η ποσότητα του νερού που μπορεί να συγκρατηθεί από την κομοστέγη της δασικής βλάστησης επιπλέον της παραμένουσας κατά τη διάρκεια πλήρους νηνεμίας, δηλαδή χωρίς τη μηχανική επίδραση του ανέμου και μετά την παύση της βροχής.
- προσωρινή κομοδιαβροχή: είναι η ποσότητα του νερού η οποία συγκρατείται από την κομοστέγη της δασικής βλάστησης επιπλέον της περιορισμένης και της παραμένουσας κατά τη διάρκεια της πτώσης της βροχής και υπό πλήρη νηνεμία. Η ποσότητα αυτή στραγγίζεται μετά το πέρας της βροχόπτωσης και παραμένει έτσι η περιορισμένη κομοδιαβροχή.

Επομένως η παραμένουσα και η περιορισμένη κομοδιαβροχή εκφράζουν την υδατοσυγκρατητική ικανότητα της κομοστέγης της δασικής βλάστησης ενώ και οι τρεις μαζί εκφράζουν την υδατοσυγκρατητική χωρητικότητα.

Επίσης το άθροισμα της προσωρινής και της περιορισμένης κομοδιαβροχής εκφράζουν τη μέγιστη δυνατή απώλεια σε κομοδιαβροχή.

Θα πρέπει να γνωρίζουμε ότι η υδατοσυγκράτηση της δασικής βλάστησης είναι πολύ μεγαλύτερη της κομοδιαβροχής της γεγονός το οποίο οφείλεται στην επανειλημμένη λειτουργία της διαδικασίας της κομοδιαβροχής κατά το χρονικό διάστημα που διαρκεί μία βροχόπτωση.

Οι πρώτες μετρήσεις της υδατοσυγκράτησης των δασοσυστάδων διάφορων δασοπονικών ειδών ξεκίνησαν το 1860 κυρίως στις ευρωπαϊκές χώρες (από Κωτούλα (1995)).

Έτσι ο γερμανός Krutsch (1863) διαπίστωσε ότι η υδατοσυγκράτηση των συστάδων ερυθρελάτης ανέρχεται σε 53% της βροχόπτωσης.

Ο αυστριακός Horpe 1900, κατέγραψε υδατοσυγκράτηση, για την ερυθρελάτη 41,2%, για την πεύκη 23,8 %, την οξυά 19,5%

Ο Γάλλος Mathieu (1879)για την οξυά 8,6%.

Νεώτερες έρευνες κυρίως αμερικανικές, ευρωπαϊκές και ρωσικές δίνουν τις τιμές του παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 2: Τιμές υδατοσυγκράτησης για διάφορα δασοπονικά είδη (Κωτούλας, 1995):

Ερυθρελάτη:	35 %
Οξυά:	17,5 %
Ελάτη:	42 %
Δασική Πεύκη:	30 %
Δρύς:	21 %

Ιδιαίτερη σημασία για τη χώρα μας έχουν οι διεξαχθείσες μετρήσεις στην Τουρκία από τον Cerel το 1967 (Κωτούλας, 1995).

Οι έρευνες διεξήχθησαν σε 3 συστάδες του εκπαιδευτικού δάσους της Δασολογικής Σχολής της Κωνσταντινούπολης

I Συστάδα Οξιάς προερχόμενη από φυσική αναγέννηση, μέσης ηλικίας 50 ετών, μέσου ύψους 15 m και βαθμό συγκόμωσης 0,8

II Συστάδα Δρύος προερχόμενη από φυσική αναγέννηση, μέσης ηλικίας 54 ετών, μέσου ύψους 12m και βαθμό συγκόμωσης 0,7

III Συστάδα Πεύκης προερχόμενη από αναδάσωση, μέσης ηλικίας 42 ετών, μέσου ύψους 13m και βαθμό συγκόμωσης 0,6

Πίνακας 3: Διαπερώσα βροχή, κορμοαπορροή και υδατοσυγκράτηση για διαφορετικά δασοπονικά είδη το χειμώνα και το καλοκαίρι (Κωτούλας, 1995)

Δασοπονικό είδος και εποχή του έτους	Βροχή επί γυμνού εδάφους mm	Διαπερώσα Βροχή		Κορμοαπορροή %	Υδατοσυγκράτηση %
		%	mm		
ΟΞΥΑ:					
ΧΕΙΜΩΝΑΣ	704,4	68,1	479,7	18,1	13,8
ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	341,0	66,0	225,0	13,0	21,0
ΕΤΟΣ	1045,4	67,1	704,6	15,5	17,4
ΔΡΥΣ :					
ΧΕΙΜΩΝΑΣ	689,0	73,0	502,9	13,4	13,6
ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	331,0	65,2	215,8	8,3	26,5
ΕΤΟΣ	1020,0	69,1	718,7	10,9	20,0
ΠΕΥΚΗ:					
ΧΕΙΜΩΝΑΣ	717,0	63,3	453,8	4,2	32,5
ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	344,0	66,5	228,7	3,8	29,7
ΕΤΟΣ	1061,0	64,9	682,5	4,0	31,1

συμπερασματικά ισχύουν τα εξής:

- ✓ Η υδατοσυγκράτηση στα κωνοφόρα είδη ανέρχεται σε 30- 40% (ελάτη 40%, ερυθρελάτη 35%, πεύκη 30%)
- ✓ Η υδατοσυγκράτηση στα πλατύφυλλα είδη ανέρχεται σε 18- 20% (οξιά 18%, δρυς 20%)
- ✓ Η κομοδιαβροχή ανέρχεται στα κωνοφόρα είδη σε 1,5 -4,0 mm λόγω του πυκνότερου φυλλώματος ενώ στα πλατύφυλλα είδη κυμαίνεται μεταξύ 0,5 -2 mm.
- ✓ Η παραμένουσα καθώς και η περιορισμένη κομοδιαβροχή ανέρχεται στο 1/3 της συνολικής κομοδιαβροχής

Η εποχή του έτους ασκεί σοβαρή επίδραση στην υδατοσυγκράτηση:

Η μεταβολή της υδατοσυγκράτησης στα πλατύφυλλα είδη ανέρχεται από 10 έως και 15% (οξιά 7,2%, δρυς 12,9%)

Η μεταβολή της υδατοσυγκράτησης στα κωνοφόρα είδη είναι πολύ μικρότερη (πεύκη 2,8%)

Η σοβαρή αυτή μείωση της υδατοσυγκράτησης στα φυλλοβόλα πλατύφυλλα είδη κατά το χειμώνα συνεπάγεται την ταυτόχρονη αύξηση της κορμοαπορροής.

Η μείωση της υδατοσυγκράτησης κατά τη χειμερινή περίοδο στα κωνοφόρα οφείλεται στην υψηλή σχετική υγρασία του αέρα η οποία περιορίζει την εξάτμιση από τα φυτά γεγονός που μειώνει την υδατοσυγκράτηση.

### **2.3.8..2. Ο χαρακτήρας της βροχής και η σχετική υγρασία της ατμόσφαιρας**

Όσο ισχυρότερη και διαρκέστερη είναι η βροχή τόσο αυξάνεται η διερχόμενη ποσότητά της και τόσο μειώνεται η υδατοσυγκράτηση.

Σε περιπτώσεις με μεγάλο ύψος βροχής, στις οποίες κυριαρχούν οι καταιγίδες και οι ισχυρές διαρκείς βροχές, η υδατοσυγκράτηση είναι μικρή και αντίστροφα.

Σε υγρές περιόδους μειώνεται η υδατοσυγκράτηση ενώ σε ξηρές παρουσιάζεται σημαντικά μεγαλύτερη.

### **2.3.8.3. Το δασοπονικό είδος και η ηλικία των δέντρων**

Τα κωνοφόρα εμφανίζουν γενικά μεγαλύτερη υδατοσυγκράτηση από τα πλατύφυλλα η δε παρουσία δευτερεύουσας συστάδας και υπορόφου αυξάνουν τη συνολική υδατοσυγκράτηση του δάσους.

Οι νεαρές συστάδες συγκρατούν λιγότερο νερό από τις ηλικιωμένες αν και σε πολύ μεγάλη ηλικία η υδατοσυγκράτηση περιορίζεται.

Ερυθρελάτη: πυκνοφυτεία 6%, νεοφυτεία 23%, κορμίδια 23% και κορμοί 42% (Κωτούλας, 1995).

Τέλος η καλλιέργεια (αραιώσεις) μειώνει γενικά τη συνολική υδατοσυγκράτηση των δασοσυστάδων. Ο βαθμός μείωσης είναι ανάλογος της έντασης των επεμβάσεων

Μείωση του βαθμού συγκόμωσης από 0,9 σε 0,7 αυξάνει τη διαπερώσα βροχόπτωση κατά 4 - 8% ενώ ή παραπέρα μείωση σε 0,4 επιφέρει αύξηση της διαπεράσωσης βροχόπτωσης κατά 25%.

Ιδιαίτερα πυκνοί θαμνώνες συγκρατούν σημαντικές ποσότητες βροχής, ιδίως κατά τη διάρκεια ασθενών μικρού ύψους βροχοπτώσεων. Ενίοτε η υδατοσυγκράτηση μερικών θαμνώνων υπερβαίνει την αντίστοιχη των δασοσυστάδων. (25%- 50% του ύψους βροχής)

Η ποώδης βλάστηση έχει υδατοσυγκράτηση έως 6% ενώ η δασική φυλλαδα: πολύ μικρή υδατοσυγκρατητική ικανότητα

#### **2.3.8.4. Μορφή των δασοπονικών ειδών και habitus της κόμης**

Είδη με ευρεία, πυκνή και πολύστρωμη κόμη έχουν μεγαλύτερη υδατοσυγκράτηση (το πυραμιδοειδές κυπαρίσσι και η πυραμιδοειδής λεύκη έχουν μικρότερη υδατοσυγκράτηση σε σχέση με της υπόλοιπες μορφές των ειδών αυτών)

Η κορμοαπορροή είναι μεγαλύτερη στα πλατύφυλλα από ό,τι στα κωνοφόρα.

Οφείλεται στο γεγονός ότι η κορμοδιαβροχή είναι πολύ μεγαλύτερη στα κωνοφόρα καθώς και στη φυλλοβολία. Επίσης σε μερικά είδη η έκπτυξη των κλαδιών γίνεται με πολύ οξεία γωνία.

Γενικά η κορμοαπορροή στα γυμνά άτομα είναι μεγαλύτερη απ' ό,τι σ' αυτά που φέρουν φύλλωμα.

Φυλλοβόλα πλατύφυλλα: 8-12% (οξυά 12, %, δρυς 8-10%, λεύκη 12%)

Αείφυλλα πλατύφυλλα: 8- 15%

Κωνοφόρα 1- 3% (ερυθρελάτη 1,4%, πεύκη 2- 3%)

Η τήξη του χιονιού στις κόμης των δέντρων λόγω της πτώσης θερμής βροχής προκαλεί σημαντική αύξηση της κορμοαπορροής.

Η κορμοαπορροή όπως και η υδατοσυγκράτηση επηρεάζεται σημαντικά από τη μορφή της κόμης των δέντρων.

Επίσης εξαρτάται σημαντικά και από τη διαμόρφωση του φλοιού του δέντρου.

Τραχύφλοια είδη (δρυς, πεύκη) εμφανίζουν μικρότερη κορμοαπορροή σε σχέση με τα λειόφλοια (οξιά).

Το ύψος της βροχόπτωσης που απαιτείται για την εμφάνιση του φαινομένου της κορμοαπορροής για τα κωνοφόρα ανέρχεται σε 15 mm ενώ στα λειόφλοια πλατύφυλλα αρκεί ύψος βροχής 2- 5mm.

Οφείλεται στο γεγονός ότι η κορμοδιαβροχή είναι πολύ μεγαλύτερη στα κωνοφόρα.

Υπάρχει η άποψη ότι το δάσος ευνοεί το σχηματισμό βροχών και η καταστροφή του μπορεί να οδηγήσει στην αποξήρανση ή την ερημοποίηση μιας περιοχής όμως η βροχή είναι φαινόμενο του οποίου τα αίτια δημιουργίας βρίσκονται ψηλά στην ατμόσφαιρα και είναι απίθανο έτσι να επιδρά σ αυτά το δάσος.

Παρ' όλα αυτά είναι δυνατό το δάσος σε συνδυασμό με το γήινο ανάγλυφο να προκαλέσει μικρή αύξηση της βροχής φαινόμενο όμως το οποίο έχει τοπικό χαρακτήρα. Η προκαλούμενη αύξηση δεν ξεπερνά 2- 3 σπάνια 5% του συνολικού ύψους βροχής Το δάσος δεν είναι το αίτιο αλλά το αποτέλεσμα της βροχής. Για το λόγο αυτό οι καλώς δασωμένες περιοχές είναι κατά κανόνα πολυομβρότερες των γυμνών περιοχών

Κατά τον Perrin μικρή ψύξη του αέρα πάνω από μία δασώδη περιοχή λόγω της φωτοσύνθεσης των δέντρων μπορεί να οδηγήσει στη συμπύκνωση των υδρατμών και επομένως στο σχηματισμό βροχής.



### **2.3.9. Σχέσεις δάσους και νερού**

#### **2.3.9.1. Δασοπονικά είδη, δάσος και νερό**

Η ζωή ξεκίνησε από το νερό και κάθε μορφή ζωής είναι άμεσα εξαρτημένη απ' αυτό. Αποτελεί το περισσότερο αναγκαίο ανόργανο συστατικό και το βασικό στοιχείο για όλες τις βιοχημικές διεργασίες των φυτών. Ακόμη και μικρές διακυμάνσεις στην τροφοδότηση των φυτών με νερό μπορούν να επιφέρουν σοβαρές διαταραχές και να αλλάξουν την μορφή της βλάστησης. Τα φυτά αποτελούνται κατά μεγάλο μέρος από νερό. Το πρωτόπλασμα περιέχει 85-90% νερό, το φύλλωμα 80-90%, οι ρίζες 70-95% και το φρεσκοκομμένο ξύλο μέχρι 50%.

Τα φυτά μπορούν να παίρνουν νερό με όλη την εξωτερική υπέργεια επιφάνειά τους, κατά κύριο λόγο όμως ικανοποιούν τις ανάγκες τους σε νερό με την πρόσληψή του από το έδαφος, δια μέσου του ριζικού συστήματος.

Επειδή τα φυτά, σε αντίθεση με τα ζώα, είναι στενά συνδεδεμένα με το σταθμό και πρέπει να τα βγάλουν πέρα με τα αποθέματα σε νερό του σταθμού, η κίνηση του νερού αποτελεί ένα από τα βασικότερα προβλήματα της οικολογίας των φυτών και ο παράγοντας νερό είναι σημαντικότερος από τη θερμότητα γιατί επιδρά κατά πολύ δραστικότερα και άμεσα πάνω στα φυτά. Μικρές διακυμάνσεις στην τροφοδότηση των φυτών με νερό μπορούν να προκαλέσουν σοβαρές συνέπειες και να αλλάξουν τη μορφή της βλάστησης ακόμα και σε μικρό χώρο.

Η βασική πηγή πρόσληψης νερού για τα δασικά δένδρα είναι φυσικά το έδαφος.

Η τροφοδοσία του εδάφους σε νερό επιτυγχάνεται με τα κάθε είδους και μορφής

κατακρημνίσματα (βροχή, χιόνι κ.λ.π), που φθάνουν σ' αυτό σε διάφορες χρονικές περιόδους (Ντάφης, 1986).

Το νερό όμως της ατμόσφαιρας είναι κι αυτό σημαντικό γιατί είναι η πηγή τροφοδοσίας του εδάφους με νερό και επηρεάζει επίσης τις απώλειες νερού από τα φύλλα με τη διαπνοή. Η υγρασία του αέρα μπορεί επίσης να εφοδιάσει άμεσα τα υπέργεια τμήματα των δένδρων με τη βοήθεια της δρόσου, ομίχλης ή με άλλους τρόπους.

### **2.3.9.2. Πρόσληψη και κατανάλωση νερού από τα δασικά δένδρα**

Τα δασικά δένδρα προσλαμβάνουν το απαραίτητο για τα βλαστητικά τους όργανα νερό κυρίως από το έδαφος. Σ' αυτό βοηθάει ένα καλά διαμορφωμένο ριζικό σύστημα που λειτουργεί εξισορροπητικά ανάμεσα στις ανάγκες των δένδρων για νερό (κατανάλωση) και στη δυνατότητα προσρόφησης και μεταφοράς. Εικάζεται πως το μέγεθος του ριζικού συστήματος, το διαθέσιμο στο έδαφος νερό για τα φυτά και η ένταση της διαπνοής των φύλλων βρίσκονται σε κάποια ποσοτική σχέση μεταξύ τους. Δεν μπόρεσε βέβαια να προσδιοριστεί κάπως αυτή η σχέση μια και συχνά συνεπιδρούν και άλλοι παράγοντες, όπως δασοπονικό είδος, σταθμός κ.λ.π.

Η προσρόφηση του νερού από το έδαφος γίνεται κυρίως από τα νεώτερα τμήματα των ριζών, τα εφοδιασμένα με ριζικά τριχίδια και μυκόρριζες, που είναι ακόμη διαπερατά από το νερό.

Η όλη διεργασία πρόσληψης του εδαφικού νερού και η εξισορρόπηση της υδάτινης οικονομίας μέσα στα δένδρα είναι μια διαδικασία αρκετά σύνθετη, για την οποία έχουν αναπτυχθεί διάφορες συλλογιστικές και θεωρίες. Η άποψη που

γενικά επικρατεί είναι πως, η διαπνοή της κόμης των δένδρων δημιουργεί την κινητήρια προσροφητική δύναμη του νερού από τις ρίζες. Με την διαπνοή δημιουργείται έλλειψη νερού στα φύλλα και κατά συνέπεια άνοδος της οσμωτικής πίεσης στα παρεγχυματικά κύτταρα των φύλλων και υποπίεση στις υδαταγωγούς σωλήνες. Η υποπίεση αυτή μεταφερόμενη ως τα ζωντανά επιδερμικά κύτταρα της ρίζας, δημιουργεί μια διαφορά οσμωτικής πίεσης ανάμεσα στα κύτταρα και το εδαφικό νερό, η οποία και τελικά αναγκάζει το νερό να εισέλθει στα κύτταρα και απ' εκεί να κινηθεί προς τα φύλλα.

Βέβαια η διαδικασία αυτή ρυθμίζεται και επηρεάζεται και από πολυάριθμους άλλους παράγοντες, όπως ανατομική ιδιορρυθμία των ειδών, ανάπτυξη και προσροφητική ικανότητα της ρίζας, θερμοκρασία και αερισμός του εδάφους, σύνθεση και πυκνότητα των εδαφικών διαλυμάτων κ.λ.π., ώστε να μη θεωρείται στη σύγχρονη οικολογική σκέψη σαν μια απλή φυσικοχημική διεργασία.

Από τις ρίζες, μετά την προσρόφηση του νερού, θα πρέπει να μεταφερθεί σε αρκετά μέτρα ύψος για να φθάσει στα ακραία κλαδιά και φύλλα της κόμης των δένδρων, πράγμα που απαιτεί ένα καλό διαμορφωμένο υδαταγωγό σύστημα.

Δομικά στοιχεία αυτού του συστήματος αποτελούν οι τραχεΐδες και οι τραχείες, που είναι σωληνοειδή υδαταγωγά στοιχεία συνδεδεμένα μεταξύ τους με βοθρία ή και με απλές κυκλικές διατομές. Η διάταξη των σωληνώσεων αυτών συνήθως δεν είναι παράλληλη προς τον άξονα των δένδρων αλλά σπειροειδής με πολυάριθμες διακλαδώσεις, ώστε να μη δημιουργούνται προβλήματα από τυχόν αποφράξεις και να τροφοδοτείται η κόμη συνεχώς και ομοιόμορφα με νερό και θρεπτικά συστατικά (Ντάφης, 1986).

Η κόμη είναι ο κύριος καταναλωτής νερού μέσα στο δάσος, είτε αυτό εξατμίζεται απ' ευθείας από την εξωτερική της επιφάνεια - Εξάτμιση, είτε αυτό διαπνέεται από τα φύλλα δια μέσου των στομάτων – Διαπνοή (Βέργος, 2000).

Η διαπνοή είναι μια απαραίτητη φυσιολογική λειτουργία των φυτών, γιατί μόνο με αυτή εξασφαλίζεται η κίνηση του νερού από του έδαφος προς τα φύλλα και μαζί με το νερό η κίνηση των θρεπτικών συστατικών, για να ολοκληρωθεί στα φύλλα η διαδικασία της αφομοίωσης. Με την διαπνοή αποδίδεται από τα φυτά νερό στην ατμόσφαιρα, όχι βέβαια ανεμπόδιστα όπως στα νεκρά σώματα, αλλά μέσα από τη ρυθμιστική λειτουργία ανοιγοκλεισίματος των στοματίων.

Η λειτουργία αυτή, πέρα από την εξυπηρέτηση της αφομοίωσης, επηρεάζεται κυρίως από τη διαφορά θερμοκρασίας ανάμεσα στα φύλλα και τον αέρα, καθώς και από την υγρασία του αέρα, τον φωτισμό, την ικανότητα πρόσληψης νερού, την δομή και διάταξη των φύλλων (φωτόφυλλα, σκιοφυλλα), το δασοπονικό είδος κ.λ.π.

Ειδικά ως προς τα διάφορα δασοπονικά είδη έχει διαπιστωθεί η μεγαλύτερη διαπνοή των πλατυφύλλων, σε σχέση προς τα σκιοφύτα.

Βέβαια παρόμοιες παρατηρήσεις σε μεμονωμένα είδη και άτομα έχουν περιορισμένη μόνο αξία για τη δασοπονική πράξη, δεδομένου ότι διαφορετικά εμφανίζονται τα πράγματα όταν πρόκειται για δασοσυστάδες.

Η διαφορά στη συνολική διαπνοή (κατανάλωση νερού), συστάδων πλατυφύλλων και κωνοφόρων δεν εμφανίζεται πλέον τόσο μεγάλη, όσο στα μεμονωμένα άτομα και πολλές φορές, ανάλογα με το σταθμό, την ηλικία και τη δομή των συστάδων, αυτή μπορεί να γίνει ακόμη και μεγαλύτερη στα

κωνοφόρα, σε σχέση με τα πλατύφυλλα. Αυτό οφείλεται στη μεγαλύτερη πληρότητα του φυλλώματος των κωνοφόρων.

Η διαπνοή όμως των συστάδων, όπως προαναφέρθηκε επηρεάζεται σημαντικά από την ηλικία και την ποιότητα του σταθμού. Συστάδες μέσης ηλικίας διαπνέουν περισσότερο από αντίστοιχες μεγάλης ηλικίας καθώς και συστάδες που αναπτύσσονται σε καλές ποιότητες τόπου από εκείνες των χειρότερων ποιοτήτων τόπου.

Η παραγωγικότητα της διαπνοής τέλος, δηλαδή η ξηρή ουσία, παράγεται για κάθε μονάδα βάρους νερού που καταναλώνεται (Αφομοίωση / Διαπνοή), εξαρτάται από τις κλιματικές και εδαφικές συνθήκες, από την ηλικία της συστάδας καθώς και από το δασοπονικό είδος

### **2.3.9.3. Διαπνοή**

Η περιεκτικότητα των φυτών σε νερό είναι πολύ υψηλή (στα φύλλα ανέρχεται σε 60-80% του χλωρού βάρους, στο ξύλο σε 50-60%), ενώ η ατμόσφαιρα που τα περιβάλλει σπάνια είναι κορεσμένη με υδρατμούς. Έτσι η διαπνοή, σαν απόδοση νερού από τα ζωντανά φυτά στην ατμόσφαιρα, αποτελεί μια αναγκαία φυσική αναγκαιότητα. Το γεγονός ότι η απόδοση νερού από τα φυτά δεν είναι ανεμπόδιστη αλλά ρυθμίζεται από αυτά και αποτελεί μια φυσιολογική διαδικασία, διακρίνει τη διαπνοή των ζωντανών φυτών από την εξάτμιση νεκρών σωμάτων (Ντάφης, 1986).

Ρυθμιστικά όργανα της διαπνοής είναι τα στομάτια, τα οποία διαθέτουν ένα λεπτότατο μηχανισμό ανοιγοκλεισίματος. Μόνο στην κάτω επιφάνεια των φύλλων εμφανίζονται 100 μέχρι 1.000 στομάτια ανά τετραγωνικό χιλιοστό.

Παρόλο όμως τον μεγάλο αριθμό στοματίων η συνολική επιφάνεια που καταλαμβάνεται από αυτά ανέρχεται μόλις στο 1-3% της ολικής επιφάνειας των φύλλων.

Η ένταση της διαπνοής που γίνεται από τα στομάτια εξαρτάται από τις διαφορές θερμοκρασίας ανάμεσα στα φύλλα και τον αέρα που τα περιβάλλει, από το κοροπλήρωμα, τις συνθήκες φωτισμού, την ικανότητα ανεμπόδιστου εφοδιασμού με νερό και από τη δομή των φύλλων (φωτόφυλλα, σκιοφυλλα). Μόνο με εντελώς ανοικτά στομάτια είναι δυνατή η μέγιστη διαπνοή και μόνο με εντελώς κλειστά στομάτια μειώνεται η διαπνοή μέχρι μηδενισμού. Μέσα στα όρια που προσδιορίζονται από τις δύο αυτές ακραίες περιπτώσεις καθορίζεται η ένταση της διαπνοής από τον αριθμό των στοματίων και από το εύρος του ανοίγματός τους που με τη σειρά του εξαρτάται από τις συνθήκες φωτισμού και από τον βαθμό κορεσμού των φύλλων με νερό. Ηλικία, δομή, θέση των φύλλων και σταθμικές συνθήκες (κλίμα, περιεκτικότητα του εδάφους σε νερό και θρεπτικές ουσίες) μεταβάλλουν την ένταση της διαπνοής κατά τρόπο πολυσχιδή.

Στο πρόβλημα της διαπνοής που εξαρτάται από το δασοπονικό είδος μπορεί να δοθεί απάντηση μόνο με επιφύλαξη. Κάτω από συνθήκες υπαίθριου περιβάλλοντος επηρεάζεται η ένταση της διαπνοής από όλους τους κλιματικούς και εδαφικούς παράγοντες του περιβάλλοντος. Σαν εσωτερικός (ενδογενής) παράγων υπεισέρχεται η ικανότητα ρύθμισης του ανοίγματος των στοματίων, η οποία εξαρτάται επίσης από την επίδραση των εξωγενών παραγόντων και κυρίως από το ύψος της ελεύθερης εξάτμισης.

Μια οικολογική σύγκριση της διαπνοής των διάφορων δασοπονικών ειδών έχει τότε μόνο αξία, όταν τα φυτά που εξετάζονται βρίσκονται κάτω από τις ίδιες συνθήκες περιβάλλοντος. Μετρήσεις που γίνονται σε διαφορετικούς σταθμούς ή σε διαφορετικές ημέρες είναι συγκρίσιμες μόνο αν αναχθούν κάτω από ενιαίες εξωτερικές συνθήκες. Ο καλύτερος τρόπος είναι η αναγωγή τους στο ίδιο ύψος εξάτμισης (σχετική διαπνοή), οπότε εξουδετερώνεται εν μέρει η επίδραση του κλίματος. Αλλά και πάλι δεν αίρονται οι δυσκολίες, για κάθε είδος. Για αυτό οι συγκριτικές αυτές μετρήσεις χρησιμεύουν περισσότερο στο διαχωρισμό και κατάταξη των ειδών σε ορισμένους τύπους και λιγότερο στην εξακρίβωσή της διαπνοής που εξαρτάται από το είδος. Στον παρακάτω πίνακα δίνεται μια κατάταξη για μερικά δασοπονικά είδη με βάση την ημερήσια διαπνοή τους ανά γραμμάριο χλωρού βάρους των φύλλων και για σύγκριση δίνεται η αντίστοιχη διαπνοή ορισμένων φυτών της υποβλάστησης.

Πίνακας 4: Ημερήσια διαπνοή δασικών δένδρων και θάμνων και μερικών φυτών της υποβλάστησης σε γραμμάρια νερού ανά γραμμάριο χλωρού βάρους (Ντάφης, 1986)

Φυτικό είδος	Ημερήσια διαπνοή
<i>Populus alba</i>	13-14
<i>Eleagnus angustifolia</i>	13-14
Υβρίδια λεύκης	9-15
<i>Betula pendula</i>	8.1
<i>Quercus robur</i>	6.0
<i>Corylus avellana</i>	4.2
<i>Fagus sylvatica</i>	3.9
<i>Larix decidua</i>	3.8
<i>Pinus cembra</i>	2.2
<i>Pinus strobus</i>	2.1
<i>Pinus silvestris</i>	2.0
<i>Picea abies</i>	1.4
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	1.3
<i>Stachys recta</i>	18.0
<i>Leontodon incanus</i>	15.0
<i>Oxalis acetocelia</i>	1.2-2.0



Από τον παραπάνω πίνακα φαίνεται ότι τα πλατύφυλλα διαπνέουν περισσότερο από ό,τι τα κωνοφόρα και ότι τα φωτόφυτα είδη τόσο στα πλατύφυλλα όσο και στα κωνοφόρα διαπνέουν περισσότερο από τα αντίστοιχα σκιοφύτα.

Αξιοσημείωτη είναι επίσης η μεγάλη διαπνοή των φυτών της παρεδαφιαίας βλάστησης, τα οποία ξεπερνούν πολύ ακόμα και τα απαιτητικότερα πλατύφυλλα. Η τελευταία αυτή παρατήρηση μας δείχνει πόσα σημαντική είναι η απομάκρυνση της υποβλάστησης για την επιτυχία των αναδασώσεων και την εξέλιξη των νεοφυτειών.

Η σειρά στον παραπάνω πίνακα που μας δίνει το μέγεθος της ειδικής διαπνοής ανά μονάδα χλωρού βάρους φύλλων ή βελονών, δεν ανταποκρίνεται στην πραγματική κατανάλωση νερού από τα φυτά γιατί η οξυά για παράδειγμα μολονότι παρουσιάζει μικρή ειδική διαπνοή σε σύγκριση με τη σημύδα, επειδή έχει πολύ μεγαλύτερο βάρος φυλλώματος διαπνέει τελικά σχεδόν όσο και αυτή. Το ίδιο ισχύει για την ερυθρελάτη σε σχέση με τη δασική πεύκη η οποία διαπνέει ολικά περισσότερο από αυτήν.

#### **2.3.9.4. Διαπνοή δασοσυστάδων**

Το πρόβλημα του προσδιορισμού του ύψους της διαπνοής των δασοσυστάδων και συνεπώς της ποσότητας του νερού που καταναλίσκεται από το δάσος έχει μεγάλη σημασία για την υδατική οικονομία γενικά.

Τα αποτελέσματα από τις έρευνες που έχουν γίνει μέχρι σήμερα απέχουν σημαντικά μεταξύ τους και μερικές φορές εμφανίζονται αντιφατικά. Αυτό το γεγονός οφείλεται από το ένα μέρος στη διαφορά των σταθμολογικών

συνθηκών και από το άλλο μέρος στη μέθοδο έρευνας που ακολουθήθηκε. Για αυτό και τα αποτελέσματα αυτά έχουν μια συγκριτική μόνο σημασία.

Οι μεγάλες διαφορές της ειδικής διαπνοής ανάμεσα στα πλατύφυλλα και τα κωνοφόρα μειώνονται σημαντικά στη συνολική διαπνοή των δασοσυστάδων. Αυτό οφείλεται στη μεγαλύτερη πληρότητα του φυλλώματος των κωνοφόρων. Πέρα από το δασοπονικό είδος η διαπνοή των δασοσυστάδων επηρεάζεται και από την υφή και περιεκτικότητα σε νερό του εδάφους, τις κλιματικές συνθήκες, τον ανταγωνισμό των ριζών, την παρεδαφιαία βλάστηση και από τη δομή των συστάδων η οποία εκδηλώνεται με το δημιουργούμενο ενδοσυσταδικό κλίμα. Για το ίδιο το είδος επηρεάζεται η διαπνοή των δασοσυστάδων από την ηλικία και την ποιότητα τόπου. Συστάδες μέσης ηλικίας διαπνέουν περισσότερο από της συστάδες μεγαλύτερης ηλικίας (γέρικες) και σε καλούς σταθμούς περισσότερο από ότι σε άγονους.

Ο Polster το 1950 αλλά και το 1954 δίνει τις παρακάτω τιμές διαπνοής δασοσυστάδων μερικών δασοπονικών ειδών όπως αυτές παρουσιάζονται από τον Κωτούλα (1995)

Πίνακας 5: Διαπνοή συστάδων από πλατύφυλλα και κωνοφόρα είδη (40-50 ετών, ποιότητα τόπου II, βλαστητικής περιόδου 120 ημέρες) Κωτούλας (1995)

Δασοπονικό είδος	Φυλλομάζα t/ha	Μέση ημερ. Διαπνοή σε gr H <sub>2</sub> O ανά gr χλ. Βάρ.	Ημερήσια διαπνοή σε mm/ha	Ετήσια διαπνοή σε mm/ha
<i>Betula verrucosa</i>	4.9	8.1	4.0	430-480
<i>Fagus silvatica</i>	7.9	3.9	3.1	320-370
<i>Larix decidua</i>	12.1	3.8	4.6	460-580
<i>Pinus silvestris</i>	10.7	2.0	2.1	240-300
<i>Picea abies</i>	26.1	1.4	3.7	390-450
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	33.9	1.3	4.7	480-580

Πίνακας 6: ποσότητα νερού σε χιλιοστά βροχής ανά εκτάριο που διαπνέεται σε ένα έτος και για βλαστητική περίοδο 153 ημερών (Oelker's 1930), (Από Ντάφη, 1986)

Δασοπονικό είδος	Διαπνοή mm/ha
Λάρικα	251
Ερυθρελάτη	178
Ελάτη	143
Δασική πεύκη	93
Οξιά	248
Φράξος	171
Δρυς	164

Κατά τον Faber (Kostler, 1950), τα ξηροφυτικά κωνοφόρα καταναλίσκουν 77 mm βροχής το έτος και εκτάριο, τα ξηροφυτικά πλατύφυλλα (δρύες) 120 mm, τα μεσόφυτα κωνοφόρα (ερυθρελάτη) 215mm και μεσόφυτα πλατύφυλλα (οξιά) 260 mm.

Πίνακας 7: Ετήσια διαπνοή δασοσυστάδων (Pisek και Carterichi, 1941) (Από Ντάφη, 1986)

Δασοσυστάδα	Ετήσια διαπνοή (mm)
<i>Picea abies</i>	259
<i>Pinus silvestris</i>	309
<i>Larix decidua</i>	286-396
<i>Betula verrucosa</i>	349
<i>Quercus robur</i>	360
<i>Corylus avellana</i>	414

Από τα παραπάνω στοιχεία των Pisek και Carterichi φαίνεται ότι η δασική πεύκη καταναλίσκει περισσότερο από την ερυθρελάτη, γεγονός που δεν συμφωνεί με την πείρα από την δασική πράξη, ενώ ο Schubert δίνει εντελώς διαφορετικά αποτελέσματα:

Συστάδα λάρικας (60 ετών) 680 mm.

Συστάδα ερυθρελάτης (100 ετών II ποιότητας τόπου) 320 mm.

Συστάδα δασικής πεύκης (100 ετών 11 ποιότητας τόπου) 160 mm.

### **2.3.9.5 Δάσος και ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα**

#### **2.3.9.5.1. Δάσος και βροχές**

Το δάσος καταναλίσκει με την διαπνοή σημαντική ποσότητα νερού που ανέρχεται, ανάλογα με το δασοπονικό είδος και το σταθμό, σε 100-450 χιλιοστά βροχής το χρόνο. Η ποσότητα αυτή αντλείται από το έδαφος που με τη σειρά του εφοδιάζεται με νερό από τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα (βροχές και χιόνια) και σπανιότερα σε πεδιάδες ή κοιλώματα από τα υπόγεια νερά. Ο ρόλος συνεπώς των βροχών για την ευδοκίμηση του δάσους είναι σημαντικός και αποφασιστικός.

Στη χώρα μας το συνολικό ύψος βροχής κυμαίνεται από 400 (ΝΑ-Ελλάδα) έως 1300 - σε περιοχές μέχρι και 2000 - χιλιοστά βροχής, αυξανόμενης από το Νότο προς το Βορρά και από τα ανατολικά προς τα δυτικά.

Η κατανομή τους στο χρόνο δεν είναι αρμονική εμφανίζοντας συνήθως δύο μέγιστα (Φθινόπωρο - Άνοιξη) και ένα, κρίσιμο σε πολλές περιοχές, ελάχιστο κατά την καλοκαιρινή περίοδο.

Σημαντικός επίσης παράγοντας σ' όλο αυτό το πλέγμα δάσος - κατακρημνίσματα (βροχές ) είναι και ο τρόπος με τον οποίο πέφτουν οι βροχές. Τόσο η ένταση, όσο και η διάρκεια των βροχών παίζουν σημαντικό ρόλο στην ωφέλεια ή και στη ζημία που μπορεί να προκαλέσει μια βροχή.

Στη χώρα μας οι ελάχιστες καλοκαιρινές βροχές πέφτουν με σφοδρότητα και μέσα σε ελάχιστο χρόνο (καταιγίδες), ώστε το μόνο αποτέλεσμα να είναι η δημιουργία χειμάρρων και η διάβρωση του παραγωγικού εδάφους.

Μοναδική δυνατότητα ρύθμισης αυτού του καταστροφικού φαινομένου είναι η συνεχής δασοκάλυψη του εδάφους και η αποφυγή κάθε είδους αποψιλωτικών υλοτομιών.

#### **2.3.9.5.2. Επίδραση του δάσους στις βροχές**

Τα δάση βρίσκονται συνήθως σε περιοχές με άφθονες σχετικά βροχοπτώσεις. Το γεγονός αυτό οδήγησε συχνά στη διατύπωση υποθέσεων ότι το δάσος προκαλεί αύξηση του ύψους βροχής. Οι έρευνες όμως που έγιναν πάνω σ' αυτό απέδειξαν ότι οι υποθέσεις αυτές δεν ευσταθούν. Το δάσος επηρεάζει πολύ λίγο ή και καθόλου το ύψος της βροχής που πέφτει στην επιφάνεια που καταλαμβάνεται από αυτό. Μια μικρή αύξηση που ανέρχεται μέχρι 3% παρατηρείται σε περιοχές που δέχονται βροχές αναγλύφου. Η μικρή αυτή αύξηση οφείλεται πιθανόν στην παρεμπόδιση της κίνησης των ανέμων από το δάσος, οι οποίοι αναγκάζονται να ανέβουν υψηλότερα με αποτέλεσμα την υγραποίηση των υδρατμών λόγω ψύξης και τη δημιουργία βροχών. Συνεπώς το δάσος δεν είναι αίτιο αλλά το αποτέλεσμα των βροχοπτώσεων. Υπάρχει δάσος γιατί υπάρχουν βροχοπτώσεις. Σημαντική εν τούτοις είναι η αύξηση της βροχοομίχλης, ιδιαίτερα σε δάση κωνοφόρων. Όταν η υγρασία του αέρα είναι πολύ μεγάλη ή έχει σχηματισθεί ομίχλη επειδή η θερμοκρασία των βελονών και των φύλλων είναι συνήθως μικρότερη από εκείνη της ατμόσφαιρας, οι υδρατμοί που έρχονται σε επαφή μαζί τους υγραποιοούνται και επικάθονται πάνω στα φύλλα και τις βελόνες. Όταν κορεσθεί η ικανότητα συγκράτησης των βελονών ή των φύλλων αρχίζει η απόσπασση σταγόνων από αυτά και η πτώση τους στο έδαφος σαν βροχή. Το φαινόμενο αυτό καλείται βροχοομίχλη ή βρέχουσα

ομίχλη. Το νερό που σχηματίζεται μ' αυτόν τον τρόπο μπορεί μερικές φορές - τροπικές χώρες- να φθάσει και να ξεπεράσει το ετήσιο ύψος βροχής. Κατά τον Baumgartner (1959, 1967) (από Ντάφη, 1986) στα δάση της Βαυαρίας το ποσοστό της βροχοομίχλης σε σχέση με τα συνολικά κατακρημνίσματα φθάνει μέχρι τα 70% ενώ στις Περουανικές Άνδεις κατά τον Mayer (1975) (από Ντάφη, 1986) η ομίχλη εφοδιάζει τη βλάστηση με 1.200 mm βροχής χωρίς να πέσει βροχή. Κατά τον Brechel (1970) (από Ντάφη 1996) η συμπύκνωση υδρατμών της ομίχλης στην περιοχή της Mala Rastoka ανέρχεται, σε ποσοστό επί των βροχοπτώσεων, στα 650 μ. υπερθαλάσσιο ύψος στο 1% στα 800 μέτρα, στα 21% και στα 1.020 μ. στα 46%. Οι βροχοομίχλες ή καλύτερα οι ομιχλοβροχές έχουν μεγάλη σημασία για το υδατικό ισοζύγιο του δάσους γιατί ένα μεγάλο μέρος των κατακρημνισμάτων που πέφτουν σαν βροχές ή χιόνια διακρατούνται από την κομοστέγη και χάνονται.

#### **2.3.9.5.3. Δασική βλάστηση και χιόνι**

Η δασική βλάστηση επηρεάζει εκτός από τη βροχή και το χιόνι. Η επίδραση αυτή οφείλεται στα εξής:

Η κομοστέγη των δασικών δέντρων και θάμνων συγκρατεί σημαντική ποσότητα χιονιού, η οποία εξατμιζόμενη επιστρέφει στην ατμόσφαιρα.

Η σκίαση του εδάφους που προκαλείται από την παρουσία της δασικής βλάστησης επιβραδύνει την τήξη του χιονοστρώματος.

Η εκπομπή θερμικής ακτινοβολίας από την δασική βλάστηση είναι δυνατό να μειώσει το πάχος του χιονοστρώματος.

Η χιονοσυγκράτηση και η προκαλούμενη επιβράδυνση της τήξης του χιονιού αποτελούν τις σημαντικότερες δραστηριότητες, γιατί από αυτές ρυθμίζεται η ποσότητα του χιονιού που θα διηθηθεί και θα απορρεύσει επιφανειακά.

Για τη σπουδή των φαινομένων αυτών χρησιμοποιούνται οι παρακάτω όροι:

χιονοσυγκράτηση μεμονωμένου δέντρων και θάμνων ή συστάδων είναι το ποσό του χιονιού το οποίο συγκρατείται στην κόμη των φυτών αυτών ή της κομοστέγης των δασοσυστάδων σε ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Εκφράζεται ως ποσοστό % του συνολικού χιονιού και σπανιότερα σε mm βροχής (χιονιού).

χιονοσυγκρατητική ικανότητα μεμονωμένου δέντρων και θάμνων ή συστάδων είναι η μέγιστη δυνατή ποσότητα χιονιού την οποία μπορεί να συγκρατήσει η κόμη των φυτών αυτών ή η κομοστέγη των δασοσυστάδων. Εκφράζεται σε mm βροχής (χιονιού).

διαπερνών χιόνι είναι η ποσότητα του χιονιού η οποία φθάνει στο δασικό έδαφος κάτω από την επιφάνεια που καλύπτει η κόμη των μονωμένου δέντρων και θάμνων ή η κομοστέγη των δασοσυστάδων. Εκφράζεται ως ποσοστό % του συνολικού χιονιού και σε mm βροχής (χιονιού).

Χιονοσυγκρατητική ικανότητα και χιονοσυγκράτηση

Η χιονοσυγκρατητική ικανότητα της δασικής βλάστησης είναι μεγαλύτερη της κομοδιαβροχής, αφού είναι δυνατό να χρησιμοποιείται ολόκληρη σχεδόν η επιφάνεια των φύλλων ενώ στην κομοδιαβροχή οι σταγόνες της βροχής συκρατούνται σε ορισμένες θέσεις του φύλλου.



Στο γεγονός αυτό υποβοηθά και η διαμόρφωση των χιονοनिφάδων οι οποίες είναι μεγαλύτερες των σταγόνων και συγκρατούνται καλύτερα λόγω της στέρεας μορφής τους και της τραχύτερης επιφάνειάς τους.

Παρόλα αυτά η συνολική χιονοσυγκράτηση των διαφόρων δασικών φυτών εμφανίζεται μικρότερη της υδατοσυγκράτησης.

Αυτό οφείλεται ότι το χιόνι παραμένει στην κόμη για μικρό χρονικό διάστημα και στη συνέχεια πέφτει στο έδαφος λόγω της επίδρασης του βάρους του ή της δράσης του ανέμου.

Η χιονοσυγκρατητική ικανότητα των κωνοφόρων είναι μεγαλύτερη απ' ό,τι των πλατυφύλλων και μπορεί να υπερβαίνει και το 25% αυτής.

Η περίοδος τήξης του χιονιού επιμηκύνεται στα δάση κωνοφόρων κατά 20% περίπου ενώ στα δάση πλατυφύλλων είναι πολύ μικρότερη.

χιονοσυγκρατητική ικανότητα δασοπονικών ειδών:

Ελάτη, ερυθρελάτη, πεύκη, λάρκα, φυλλοβόλα, πλατύφυλλα.

Διαπερών χιόνι- παράγοντες που επηρεάζουν την ποσότητα και το χρόνο τήξης του

Η ποσότητα του διαπερνόντος χιονιού εξαρτάται κυρίως από το βαθμό συγκόμωσης των δέντρων και η σχέση τους είναι αντιστρόφως ανάλογη.

Πίνακας 8: Σχέση μεταξύ βαθμού συγκόμωσης και ύψος διαπερνόντος χιονιού (Κωτούλας, 1995):

Βαθμός συγκόμωσης	ύψος διαπερνόντος χιονιού (ίντσες)
0,2 – 0,5	57,3
0,5 – 0,8	50,3
0,8 – 1,0	48,1

Γενικά έντονη αραίωση προκαλεί μεγαλύτερη συσσώρευση χιονιού στο δασικό έδαφος και μειώνει το χρόνο τήξης του ενώ ασθενής αραίωση επιτρέπει τη συγκέντρωση μικρότερης ποσότητας χιονιού αυξάνει όμως το χρόνο τήξης του.

Η ταχύτητα τήξης του χιονιού εξαρτάται από το βαθμό συγκόμωσης των δέντρων και το δασοπονικό είδος.

Σύμφωνα με τον Ρώσο Molchanov (Κωτούλας, 1995) η τήξη του χιονιού επιτυγχάνεται, σε γυμνό έδαφος σε 6- 12 ημέρες, σε διάκενα δάσους σε 10 -20 ημέρες, σε αμιγείς συστάδες πεύκης σε 15- 25 ημέρες και σε μικτά δάση σε 20- 30 έως και 40 ημέρες.

Η διατήρηση του χιονιού σε βόρειες εκθέσεις διαρκεί 5- 8 ημέρες περισσότερο απ ότι σε νότιες εκθέσεις.

Σε ότι αφορά την επίδραση της τήξης του χιονιού στην απορροή των υδατορευμάτων είναι παραδεκτό ότι σε μικρά χειμαρρικά ρεύματα μπορεί να επηρεάσει την απορροή κατά 2- 3 ημέρες ενώ σε μεγάλα υδάτινα ρεύματα και ποταμούς η επίδραση αυτή μπορεί να παραταθεί έως και 10 ημέρες.

Ο χειρισμός ενός δάσους με κατάλληλες καλλιεργητικές επεμβάσεις (υλοτομίες) είναι δυνατό να επηρεάσει σημαντικά την ποσότητα που συγκεντρώνεται στο

δασικό έδαφος καθώς και την ταχύτητα τήξης αυτού. Επομένως με τον κατάλληλο χειρισμό των δασοσυστάδων μπορεί να επηρεαστεί και η δίαιτα αλλά και η ποσότητα των απορρεόντων υδάτων.

Από τη χρησιμοποίηση διαφόρων μεθόδων υλοτομίας σε δάσος κωνοφόρων στη Sierra Nevada της Καλιφόρνιας διαπιστώθηκε ότι η ποσότητα του χιονιού αυξάνει και η τήξη επιβραδύνεται εάν κατά τις υλοτομίες προνοήσουμε ώστε οι νότιες εκθέσεις να σκιάζονται και οι βόρειες να προστατεύονται γενικώς από το δάσος.

Για την αύξηση της υδαταποδόσεως και την επιβράδυνση της τήξης του χιονιού προτείνεται η εφαρμογή υλοτομίας κατά λωρίδες (κρασπεδικές υλοτομίες) από τα δυτικά προς τα ανατολικά και πλάτος ίσο με το ύψος της συστάδας.

Εξάλλου η αραιώσεις της κομοστέγης της δασοσυστάδας αυξάνουν τη διαπερώσα ποσότητα χιονιού που φθάνει στο έδαφος επομένως και η απόδοση – παραγωγή νερού από αυτή. Επίσης με τον τρόπο αυτό αυξάνει και η ταχύτητα τήξης του χιονιού και επομένως το μέγιστο της τήξεως (αιχμή) επιτυγχάνεται νωρίτερα.

Υλοτομίες κατά λωρίδες που εφαρμόστηκαν στις δασικές εκτάσεις της Sierra Nevada είχαν ως αποτέλεσμα να αυξηθεί κατά τα 4 επόμενα έτη η απορροή κατά 80 mm (μήνες Μάιο και Ιούνιο).

Με την εφαρμογή αποψιλωτικών υλοτομιών κατά λωρίδες ή με την εφαρμογή υλοτομιών σχήματος L, πλάτους ενός δέντρου επιτυγχάνεται η συγκράτηση περισσότερου χιονιού και παρατείνεται ο χρόνος τήξης. Η εφαρμογή της μεθόδου και με την απομάκρυνση του 50% του ξυλαποθέματος παρήχθη σημαντικά περισσότερη ποσότητα νερού απ ότι με τις συνήθεις αραιώσεις.

Με τον κατάλληλο χειρισμό των συστάδων επιτυγχάνονται τα εξής:

- Συγκράτηση του χιονιού στις ορεινές περιοχές και έτσι η αποτροπή της συνάθροισής του με τα απορρέοντα ύδατα και επομένως αποτροπή της συνεισφοράς του στα πλημμυρικά φαινόμενα καθώς επίσης και την αποτροπή της δημιουργίας χιονολισθήσεων.
- Αποτροπή των προκαλούμενων ζημιών από την αιφνίδια τήξη του χιονιού
- Καλύτερη αξιοποίηση των απορρεόντων υδάτων, προερχόμενων από την τήξη του χιονιού και παράλληλη αύξηση του πόσιμου ύδατος.

Η επιμήκυνση του χρόνου τήξεως είναι δυνατό να αποτελέσει και σημαντικό μειονέκτημα, ιδιαίτερα κατά τους μήνες της άνοιξης, όταν κατά την περίοδο αυτή εμφανίζονται ραγδαίες και θερμές βροχοπτώσεις οι οποίες μπορούν να προκαλέσουν απότομη τήξη και να δημιουργήσουν έντονα πλημμυρικά φαινόμενα.

Επίσης σε εδάφη που αναπτύσσονται έντονα τα φαινόμενα των ολισθήσεων η βραδεία τήξη του χιονιού επιφέρει αύξηση της διηθούμενης ποσότητας στο έδαφος και επομένως αύξηση του κινδύνου εμφάνισης των φαινομένων.

Από έρευνα για την υδρολογία της Βόρειας Πίνδου (Τζάνου κ.α.) προέκυψαν τα παρακάτω συμπεράσματα:

Οι περιοχές με δάση οξιάς διατηρούν για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα τη χιονοκάλυψη, εμφανίζουν ετησίως χαμηλότερα επίπεδα εξατμισοδιαπνοής σε σχέση με άλλα είδη, εκτός βέβαια από τους μήνες του καλοκαιριού. Είναι ιδανικές μορφές δασών για την προστασία των εδαφών από τη διάβρωση.

Οι εκτάσεις που καλύπτονται από μαύρη και λευκόδερμη πεύκη παρουσιάζουν συγκριτικά με τη οξιά μεγαλύτερη συνολική κατανάλωση νερού, ειδικότερα από

το φθινόπωρο μέχρι την άνοιξη. Προστατεύουν όμως αποτελεσματικά τα εδάφη από τη διάβρωση.

### **3.3.9.6. Δάσος, άνεμοι και η συμβολή τους στην εξάτμιση**

Οι άνεμοι και γενικά κάθε κίνηση του ατμοσφαιρικού αέρα, ασκούν τόσο μια φυσιολογική όσο και μια μηχανική επίδραση πάνω στα δασοπονικά είδη και το δάσος.

Η φυσιολογική επίδραση εμφανίζεται κυρίως με τον επηρεασμό της αφομοίωσης, της διαπνοής, της θερμοκρασίας των φύλλων, του ανοιγοκλεισίματος των στομάτων κ.λ.π.

Κίνηση του αέρα και τροφοδότηση της επιφάνειας των φύλλων με CO<sub>2</sub> επιτείνει μέχρι μια ορισμένη ταχύτητα του αέρα την αφομοίωση των δασικών δένδρων. Αν επικρατούσε απόλυτη νηνεμία το στρώμα του αέρα που θα περιέκλειε τα φύλλα θα είχε μικρότερη περιεκτικότητα σε CO<sub>2</sub>, πράγμα που θα σήμαινε και την μικρότερη αφομοιωτική δραστηριότητα και παραγωγή των δασικών δένδρων. Η μεγαλύτερη δυνατή αφομοίωση επιτυγχάνεται όμως σε κατάσταση επάρκειας σε CO<sub>2</sub> του ατμοσφαιρικού αέρα γύρω από τα φύλλα. Αυτό με τη σειρά του επιτυγχάνεται με τη συνεχή ανανέωση και κυκλοφορία του αέρα, δηλαδή με την κίνηση του.

Δεν υπάρχουν εμφανείς μετρήσεις που να αναφέρονται στην ευνόηση της αφομοίωσης σε σχέση με την ταχύτητα του αέρα. Είναι πάντως γεγονός πως έχουμε αύξηση της αφομοίωσης, όταν αυξάνει η ταχύτητα του ανέμου και αυτό συμβαίνει μέχρι το σημείο που ο άνεμος αρχίζει να επιτείνει έντονα τη διαπνοή, προκαλώντας ισχυρή αφαίρεση νερού και τελικά κλείσιμο των στοματίων. Όλες

αυτές οι φυσιολογικές των φυτών λειτουργίες βρίσκονται βέβαια σε στενή σχέση με το είδος, γι' αυτό και είναι διαφορετική η θετική ή αρνητική επίδραση των ανέμων πάνω στα διάφορα δασοπονικά είδη.

Τα σκιοφύτα είδη (οξυά, ελάτη κ.λ.π.) προτιμούν περισσότερο θέσεις προστατευμένες από τους ισχυρούς ανέμους απ' ότι τα φωτόφυτα είδη (πεύκες), τα οποία θα μπορούσαν να ευδοκιμήσουν ακόμα και σε ανεμόπληκτες θέσεις (ράχεις).

Σημαντικά όμως ενισχύεται η αντοχή των συστάδων μετά από κατάλληλη καλλιέργεια, ώστε να επιτυγχάνεται η αναγκαία σύνθεση και δομή των συστάδων.

Μικτές πολυώροφες συστάδες είναι πολύ ανθεκτικές στους ανέμους, φθάνει βέβαια να καλλιεργηθούν και διαμορφωθούν κατάλληλα.

Και το δάσος με τη σειρά του ασκεί σημαντική επίδραση πάνω στην κίνηση και στην ταχύτητα του ανέμου.

Το δάσος προβάλλοντας αντίσταση με τις κόμεις και τους κορμούς των δένδρων μεταβάλλει την ταχύτητα και την κατεύθυνση των ανέμων, τόσο στο εσωτερικό του, όσο και στις πίσω απ' αυτό γυμνές (γεωργικές) επιφάνειες.

Η ταχύτητα του ανέμου μειώνεται δραστικά από τα κράσπεδα προς το εσωτερικό των συστάδων, για να φθάσει σε ελάχιστες τιμές σε κάποιο βάθος μέσα στο δάσος, το οποίο όμως ποικίλει με την δομή των συστάδων, την διαμόρφωση των κρασπέδων, το δασοπονικό είδος κ.λ.π. Πολυώροφες συστάδες με σχετικά χαλαρά κράσπεδα ασκούν την ευνοϊκότερη επίδραση πάνω στην ταχύτητα του ανέμου, γιατί επιτρέπουν το πέρασμα του ανέμου μέσα στη συστάδα όπου και προοδευτικά μειώνουν την κινητική του ενέργεια.

Αντίθετα συστάδες με κλειστά κράσπεδα εκτρέπουν τους ανέμους προς τα πάνω χωρίς να μειώνουν την κινητική τους ενέργεια.

#### **2.3.9.7. Υγρασία του εδάφους και δάσος**

Η υγρασία του εδάφους αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους και εμφανέστερους οικολογικούς παράγοντες στην ανάπτυξη των δασικών δένδρων. Η έλλειψη υγρασίας στο έδαφος περιορίζει την ανάπτυξη των δασικών δένδρων περισσότερο από κάθε άλλο οικολογικό παράγοντα. Όλες οι βασικές ανάγκες και λειτουργίες των φυτών ικανοποιούνται και κινητοποιούνται από την επάρκεια νερού στο έδαφος και κατά συνέπεια στους φυτικούς ιστούς (φωτοσύνθεση, διαπνοή κ.λ.π.). Δεν είναι όμως μόνο οι φυσιολογικές λειτουργίες των φυτών που επηρεάζονται από τη διαθέσιμη στο έδαφος υγρασία, αλλά και μια σειρά από άλλους σημαντικούς επίσης περιβαλλοντικούς παράγοντες, όπως η θερμοκρασία εδάφους, αερισμός, μικροβιολογική δραστηριότητα, διάλυση και μεταφορά θρεπτικών συστατικών .

Τα δασικά δένδρα καταναλώνουν με την διαπνοή τους τεράστιες ποσότητες νερού για την παραγωγή οργανικής ουσίας. Η ποσότητα αυτή κυμαίνεται για τα σπουδαιότερα δασοπονικά είδη από 170 kg μέχρι 500 kg για την παραγωγή 1kg ξηρής οργανικής ουσίας. Τα σκιάφυτα καταναλώνουν λιγότερο νερό σε σύγκριση με τα φωτόφυτα : οξυά 170 kg, ψευδοτσούγκα 173 kg, ερυθρελάτη 231 kg, δασική πεύκη 300 kg, και δρυς 344 kg (Παπαμίχος, 1985). Βέβαια ο συντελεστής αυτός διαπνοής δεν εξαρτάται μόνο από το δασοπονικό είδος, αλλά και από τις κλιματοεδαφικές συνθήκες. Γίνεται δε μεγαλύτερος για τα

διάφορα δασοπονικά είδη όσο το κλίμα είναι ξηρότερο και το έδαφος φτωχότερο.

Βέβαια και σ' αυτό το σημείο θα πρέπει ίσως για άλλη μια φορά να τονισθεί πως όσο σπουδαίος και εάν είναι ο παράγοντας νερό, η κανονική ανάπτυξη των δασικών δένδρων εξαρτάται από την συνεπίδραση όλων των περιβαλλοντικών παραγόντων.

Αυτονόητο είναι φυσικά πως σε κλιματοεδαφικές συνθήκες σαν αυτές της χώρας μας (ξηροθερμικές), ο παράγοντας "εδαφικό νερό" παίζει αποφασιστικό ρόλο στο είδος, τη μορφή, ακόμη και σ' αυτή την ίδια την ύπαρξη της δασικής βλάστησης.

Έτσι δεν είναι τυχαίο που η δασοκομική μας πράξη αναφερόμενη στην ποιότητα του δασικού τόπου, έχει σαν κύριο σημείο αναφοράς τις συνθήκες υγρασίας του εδάφους, απ' όπου κι αν αυτή η κατάσταση επηρεάζεται (κλίση, έκθεση στον ορίζοντα, φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους κ.λ.π.).

Τα δασοπονικά είδη κατατάσσονται σε σχέση με τις απαιτήσεις τους σε υγρασία, στις ακόλουθες κατηγορίες (Ντάφης, 1986).

Υγρόφυτα είδη: Αυτά που απαιτούν υγρά μέχρι κάθυγρα εδάφη, όπως μαύρη κλήθρα, ιπιές, χνοώδης σημύδα.

Μεσοϋγρόφυτα είδη: Αυτά που απαιτούν υγρό μέχρι νωπό έδαφος, όπως υψηλή φράξος, ποδισκοφόρος δρυς, λεύκες, πεδινή και ορεινή φτελιά, ίταμος.

Μεσόφυτα είδη: Αυτά που απαιτούν νωπό μέχρι μέτρια νωπό έδαφος, όπως η ερυθρελάτη, λεύκη ελάτη, οξυά, ορεινή σφένδαμος, βετουλοειδής γαύρος,



καρυδιά, καστανιά, αγριοκερασιά, υβριδογενής ελάτη, πλατανοειδής σφένδαμος, απόδισκος δρυς, φιλύρα, τρέμουσα λεύκη, βαλκανική πεύκη.

Μεσοξηρόφυτα είδη: Αυτά που απαιτούν μέτρια νωπό έδαφος, αντέχουν όμως και σε μέτρια ξηρό έδαφος, όπως πλατύφυλλη δρυς, φράξος η όρνος, αριά, κεφαλληνιακή ελάτη, πεδινή σφένδαμος, σορβιά η οικιακή κ.ά.

Ξηρόφυτα είδη: Αυτά που αντέχουν σε ξηρά εδάφη (ξηράντοχα), όπως μαύρη πεύκη, δασική πεύκη, χαλέπιος, τραχεία, κουκουναριά, κυπαρίσσι, χνοώδης δρυς, πρίνος, λευκή σημύδα, σορβιά η αριά κ.ά.

Κύριο στοιχείο αυτής της διάκρισης αποτελεί η εξάπλωση των ειδών, χωρίς φυσικά να λαμβάνονται υπόψη ο ανταγωνισμός μεταξύ των ειδών, που σε πολλές περιπτώσεις παίζει καθοριστικό ρόλο σ' αυτή την εξάπλωση. Φωτόφυτα είδη ξηρών περιοχών ευδοκούν άριστα με την μέγιστη απόδοσή τους σε συνθήκες μεσόφυτων σταθμών. Απλά απ' αυτούς τους σταθμούς "εκδιώκονται" αργά ή γρήγορα εξαιτίας έντονου ανταγωνισμού και "υποχρεώνονται" να αντέξουν τις ξηροφυτικές συνθήκες (πεύκες).

Τα δασικά εδάφη, σε σχέση με τις επικρατούσες συνθήκες υγρασίας μπορούν να διακριθούν σε δύο μεγάλες κατηγορίες :

- σε εδάφη των υψηλότερων θέσεων, των οποίων η βλάστηση δεν επηρεάζεται από το υπόγειο νερό και
- σε εδάφη των χαμηλότερων θέσεων, στα οποία οι ρίζες των δένδρων μπορούν να φθάσουν μέχρι τη στάθμη του υπόγειου νερού και να τροφοδοτηθούν απ' αυτό.

Τα δασικά εδάφη της χώρας μας ανήκουν κυρίως στην πρώτη κατηγορία, με περιορισμένη την εμφάνιση της δεύτερης σε μικροκοιλώματα ορεινών περιοχών

και φυσικά στα περισσότερα γεωργικά εδάφη που χρησιμοποιούνται για τις φυτείες λεύκης (παραποτάμιες συνήθως εκτάσεις).

Το δάσος, όπως έχουμε ήδη αναφέρει, επηρεάζει σημαντικά την υδατική οικονομία του εδάφους. Από τη μια μεριά με τις κόμεις, τους κορμούς και τις ρίζες, υποχρεώνει το νερό των κατακρημνισμάτων να φθάσει ομαλά στην επιφάνεια του εδάφους και να εισχωρήσει μέσα σ' αυτό και από την άλλη αποτελεί τον σπουδαιότερο καταναλωτή του εδαφικού νερού. Κατά την διάρκεια της βλαστητικής περιόδου έχουμε έντονη κατανάλωση νερού με αποτέλεσμα να μειώνεται η υγρασία του εδάφους σ' όσο βάθος φθάνει το ριζικό σύστημα των δένδρων.

#### **2.3.9.8. Δασικός χούμος και νερό**

Το επιφανειακό οργανικό στρώμα των δασικών εδαφών, το οποίο αποτελείται από τα νεκρά μέρη των φυτών (φύλλα, κλαδιά, φλοιός κ.α.) σε διάφορο βαθμό αποσύνθεσης χαρακτηρίζεται ως δασικός τάπητας. (Τάντος 1997).

Ο δασικός τάπητας μειώνει την επιφανειακή απορροή και την εξάτμιση του εδαφικού νερού και προστατεύει το έδαφος από τη διάβρωση (Proe 1986, Παπαμίχος 1980, Pase-Dumroese και συν . 1991).

Ο χούμος έχει πολύ μεγάλη σημασία για την παραγωγικότητα των δασικών εδαφών. Η ποσότητα και το είδος του χούμου επηρεάζει σημαντικά τη γονιμότητα των δασικών εδαφών. Οι φυσικές, χημικές και βιολογικές ιδιότητες των εδαφών γενικά βελτιώνονται με το χούμο, με αποτέλεσμα οι συνθήκες αύξησης των φυτών και των μικροοργανισμών να γίνονται καλύτερες.

Η οργανική ουσία του εδάφους αυξάνει σημαντικά την ικανότητα συγκράτησης νερού από το έδαφος. Ο δασικός τάπητας τροποποιεί και μεταβάλλει το μικροκλίμα και ιδίως τη θερμοκρασία και υγρασία του εδάφους. Περιορίζει την εξάτμιση του εδαφικού νερού και τις ακραίες θερμοκρασίες του εδάφους και εξασφαλίζει καλύτερες συνθήκες για τη δράση των μικροοργανισμών και της μεσοπανίδας. Προστατεύει κατά τον καλύτερο τρόπο το έδαφος από τη διάβρωση, γιατί δραστικά περιορίζει την επιφανειακή απορροή του νερού και βοηθάει την απορρόφηση και αποθήκευσή του στο έδαφος. Με τον τρόπο αυτόν αυξάνεται το διαθέσιμο νερό για την αύξηση της βλάστησης και την τροφοδοσία των πηγών και των ρευμάτων.

Το πρόβλημα της διάβρωσης των ορεινών δασικών εδαφών θα λυθεί αποτελεσματικά μόνο με την εγκατάσταση ικανοποιητικής προστατευτικής βλάστησης και τη δημιουργία ικανοποιητικού πάχους δασικού τάπητα και χούμου στην επιφάνεια του εδάφους (Παπαμίχος, 1985).

Τεράστια είναι επίσης η ευεργετική επίδραση της οργανικής ουσίας στη δομή των εδαφών, που έχει σαν άμεσο αποτέλεσμα τη βελτίωση του πορώδους, του αερισμού και της διείσδυσης του νερού και των ριζών (Παπαμίχος, 1985)..

#### **2.3.9.9. Δασικά εδάφη και υδρολογικός κύκλος**

Ο υδρολογικός κύκλος, σε τοπική τουλάχιστον κλίμακα, επηρεάζεται άμεσα από το έδαφος και τη δασική βλάστηση. Το δασικό έδαφος επηρεάζει άμεσα τον υδρολογικό κύκλο με την επίδρασή του στη διείσδυση και διήθηση του νερού, την επιφανειακή απορροή και την ικανότητά του να συγκρατεί διάφορες ποσότητες νερού και έμμεσα με την επίδρασή του στη βλάστηση. Ο άνθρωπος

με τους διάφορους χειρισμούς και τη χρήση του εδάφους και της βλάστησης μπορεί να επηρεάζει σημαντικά το ρυθμό της επιφανειακής απορροής και της διήθησης, καθώς και την αποθήκευση του νερού στο έδαφος.

### **Επίδραση επιφανειακών ιδιοτήτων στον υδρολογικό κύκλο**

Η μηχανική σύσταση, η δομή και το βάθος του εδάφους, μαζί με τη φύση και την ποσότητα του εδαφικού τάπητα, επηρεάζουν τη διείσδυση και συγκράτηση του νερού στο δασικό έδαφος. Για την κίνηση του νερού τόσο μέσα στο έδαφος, όσο και πάνω στην επιφάνειά του, εκτός από τους παραπάνω εδαφικούς παράγοντες, μεγάλη σημασία έχει και η τοπογραφία της επιφάνειας του εδάφους και κυρίως ο βαθμός κλίσης, το μήκος και η μορφή που έχουν οι πλαγιές.

Είναι σχεδόν βέβαιο ότι ένα δασικό έδαφος με κανονικό δάσος και δασικό τάπητα μπορεί να απορροφήσει ακόμη και τις πιο δυνατές και παρατεταμένες βροχές, ώστε να μην παρατηρείται επιφανειακή απορροή ακόμη και σε τόπους με μεγάλες κλίσεις (Παπαμίχος, 1985).

Ο δασικός τάπητας συγκρατεί σημαντικές ποσότητες νερού, οι οποίες μπορεί να φτάσουν κατά τον Helvey (1971) το 200-250% του βάρους του. Ο Armson (1977) αναφέρει μέσες τιμές συγκράτησης νερού από το δασικό τάπητα, σε μέσες κανονικές καταστάσεις δασών, 10 έως 30mm. Από τους Golding και Stanton (1972) βρέθηκε ο δασικός τάπητας, σε δάση *Pinus contorta*, ερυθρελάτης και ελάτης, να συγκρατεί περίπου 2mm νερού ανά 1cm πάχους του δασικού τάπητα. Οι απώλειες λόγω εξάτμισης του νερού που συγκρατείται στο δασικό τάπητα φαίνεται να είναι σχετικά μικρές κάτω από πυκνές συστάδες.

Κατά τους Helvey και Patric (1965), οι απώλειες αυτές σε δάση πλατύφυλλων αντιπροσωπεύουν το 2 έως 5% των ετήσιων βροχοπτώσεων. Παρόμοιες τιμές αναφέρει και ο Rowe (1955) για 5cm δασικού τάπητα σε δάση *Pinus ponderosa* και *Pinus radiata* στην Καλιφόρνια (ΗΠΑ).

Μια γενική ιδέα της επίδρασης του δασικού τάπητα στην επιφανειακή απορροή, διήθηση και εξάτμιση του νερού δίνεται στον πίνακα .

Πίνακας 9: Επιφανειακή απορροή, διήθηση και εξάτμιση του νερού σε γυμνό έδαφος και σε παρακείμενο που καλύπτεται από δασικό τάπητα σε δάσος *Pinus ponderosa* (προσαρμογή του Παπαμίχου (1985) από Rowe (1955)).

Κατάσταση εδάφους	Ετήσιες Βροχοπτώσεις (mm)	Επιφανειακή Απορροή (mm)	Διήθηση (mm)	Εξάτμιση (mm)
Γυμνό έδαφος	935	338	251	346
Δασικός τάπητας	935	8	726	201

#### 2.3.9.10. Επιφανειακή απορροή, διάβρωση

Επιφανειακή απορροή παρατηρείται όταν η ένταση της βροχής υπερβαίνει την ταχύτητα απορρόφησης και διείσδυσης του νερού στο έδαφος, μετά την πλήρωση των μικροκοιλωμάτων της επιφάνειας του εδάφους. Σχεδόν χωρίς εξαίρεση η απορρόφηση του νερού των βροχών από το έδαφος των δασικών εδαφών είναι πάντοτε επιθυμητή. Αντίθετα, η επιφανειακή απομακρύνει το νερό,

το οποίο είναι απαραίτητο για την καλή ανάπτυξη της δασικής βλάστησης, την ομαλή τροφοδοσία των πηγών, των ρευμάτων και των υπόγειων αποθεμάτων. Παράλληλα, η επιφανειακή απορροή προκαλεί διάβρωση του εδάφους και καταστροφικές πλημμύρες στις πολύτιμες πεδινές εκτάσεις.

Η βλάστηση τόσο με τα ζώντα φυτά, όσο και με τα νεκρά υπολείμματα (ρίζες, φύλλα κλπ.) με τα οποία συνεχώς εφοδιάζει το έδαφος, ασκεί μια πολύ ευεργετική επίδραση στην απορρόφηση και διήθηση του νερού στο έδαφος και στον περιορισμό της επιφανειακής απορροής.

Η ταχύτητα διείσδυσης του νερού στο έδαφος στην αρχή είναι σχετικά μεγάλη. Μετά όμως αρχίζει να περιορίζεται και τελικά, στις παρατεταμένες βροχές και όταν το έδαφος βραχεί σε μεγάλο βάθος, η ταχύτητα διείσδυσης του νερού ισούται με την ταχύτητα διήθησης και εξαρτάται κυρίως από τη διηθητικότητα των οριζόντων Β και C. Συνήθως η διηθητικότητα των επιφανειακών στρωμάτων στα δασικά εδάφη είναι πολύ μεγάλη, ώστε να μην παρατηρείται επιφανειακή απορροή ακόμη και στις βροχές μεγάλης έντασης.

Σε καλά δασωμένες λεκάνες, οι απορροές των ρευμάτων είναι κανονικές, σχετικά σταθερές, με όχι μεγάλη μείωση, κατά τη διάρκεια του θέρους και με μικρές πλημμυρικές παροχές. Αυτά τα επιθυμητά χαρακτηριστικά αυξάνουν με την ύπαρξη μεγάλου πορώδους και μεγάλου βάθους. Το πορώδες αυξάνει με την αποσύνθεση των υπολειμμάτων και την ανάμειξη του χούμου, καθώς και με το πλούσιο και ισχυρό ριζικό σύστημα. Η επίδραση όμως του πορώδους αρχίζει και λειτουργεί μετά τη διείσδυση του νερού στα επιφανειακά στρώματα. Κατά συνέπεια πολύ μεγάλη είναι και η σημασία της διείσδυσης του νερού η οποία εξασφαλίζεται με το δασικό τάπητα.

Επιφανειακή και χαραδρωτική διάβρωση δεν παρατηρείται σε αισθητό βαθμό στα δασικά εδάφη, όταν ο δασικός τάπητας παραμένει αδιατάρακτος. Όταν όμως ο δασικός τάπητας διαταραχτεί έντονα ή καταστραφεί είτε από τυχαία γεγονότα, όπως πυρκαγιές, είτε από κακό χειρισμό, όπως εκχέρσωση και γεωργική καλλιέργεια, αποψιλωτικές υλοτομίες, υπερβόσκηση, με αποτέλεσμα το έδαφος να παραμένει γυμνό, τότε ο κίνδυνος διάβρωσης είναι μεγάλος. Ο κίνδυνος αυτός είναι μεγαλύτερος για τα λεπτά αργιλώδη εδάφη και για εκτάσεις με μεγάλες κλίσεις.

Η διάβρωση επίσης επηρεάζεται πάρα πολύ από τα χαρακτηριστικά των βροχών. Επειδή η ενέργεια για τη διάσπαση των συσσωματωμάτων και τη διασπορά του εδάφους οφείλεται στην κινητική ενέργεια των σταγόνων της βροχής, σταγόνες με διάμετρο 4,5 mm έχουν 500 φορές μεγαλύτερη ενέργεια από σταγόνες με διάμετρο 1,0 mm. Επίσης, βροχή με ένταση 75 mm/hr έχει 100 φορές μεγαλύτερη ενέργεια από βροχή με ένταση 50 mm/hr. Επομένως, η διάβρωση αυξάνεται τρομακτικά με την ένταση της βροχής.

Ο Pereira (1973) αναφέρει ότι οι υδρολογικές συνθήκες σε μια λεκάνη απορροής στην Αυστραλία, άλλαξαν απότομα μετά από μια καταστροφική πυρκαγιά. Βροχές που κανονικά αναμένονταν να δώσουν υδατοπαροχές 60 έως 80 mm έφτασαν να δίνουν 270 mm και η διάβρωση και μεταφορά φερτών υλικών 100πλασιάστηκε. Όπως αναφέρεται από τον Penman (1963), οι Swith και Grabb μέτρησαν στο Michigan (ΗΠΑ) διάβρωση 500 έως 1000 φορές και απορροή 8 φορές μεγαλύτερη σε εκτάσεις που καλλιεργούνται γεωργικά, από ότι σε όμοια παρακείμενα δάση. Σε άλλη περίπτωση, βρέθηκε η ετήσια ποσότητα του διαβρωμένου εδάφους, σε συνεχώς καλλιεργούμενες γεωργικά

εκτάσεις, να είναι περίπου 80 ton/ha ενώ όταν το έδαφος ήταν συνεχώς καλυμμένο με βλάστηση η αντίστοιχη ποσότητα ήταν 0,8 ton/ha.

Κατά τον Fournier (1960) (από Παπαμίχο, 1985) οι περισσότεροι εντυπωσιακές μορφές διάβρωσης παρατηρούνται στις ημίξηρες περιοχές, όπου η μικρή βροχόπτωση δεν ευνοεί την ανάπτυξη πυκνής προστατευτικής βλάστησης και κυρίως, όπως στις περιπτώσεις του μεσογειακού τύπου κλίματος, η βροχόπτωση αυτή παρατηρείται σε λίγες αλλά ραγδαίες βροχές. Σε περισσότερο υγρές περιοχές, βροχές με την ίδια ένταση προκαλούν αισθητή διάβρωση μόνο όταν η φυσική βλάστηση καταστραφεί.

Συχνά, μεγάλος είναι ο κίνδυνος διάβρωσης στην προπαρασκευή των εδαφών για τεχνητή αναγέννηση και μάλιστα όταν οι κλίσεις είναι μεγάλες και χρησιμοποιούνται βαριά μηχανήματα και έντονη διατάραξη του εδάφους. Στις περιπτώσεις αυτές θα πρέπει να λαμβάνονται όλα τα απαραίτητα μέτρα για τον περιορισμό της διάβρωσης στο ελάχιστο. Βαθιά καλλιέργεια του εδάφους σε λωρίδες, σύμφωνα με τις χωροσταθμικές καμπύλες και, κατά το δυνατό, χωρίς αισθητή μετακίνηση των επιφανειακών στρωμάτων του εδάφους, θεωρείται ικανοποιητική μέθοδος, γιατί αυξάνει την απορρόφηση, τη διήθηση και τη συγκράτηση του νερού και περιορίζει την απορροή και διάβρωση.

Ο Megahan (1972) εξετάζοντας τα προβλήματα των διαβρώσεων, τα οποία προκύπτουν σαν συνέπεια δασοκομικών και διαχειριστικών χειρισμών στα δασικά εδάφη των ΗΠΑ, κατέληξε στο συμπέρασμα ότι κατά το μεγαλύτερο μέρος οι διαβρώσεις οφείλονται στους δασικούς δρόμους. Ο αναφέρει ότι στις βόρειες περιοχές των ΗΠΑ μελέτες και παρατηρήσεις της Δασικής Υπηρεσίας έδειξαν ότι το 90% περίπου των φερτών υλικών που προέρχονται από



εκμεταλλευόμενα δάση, οφείλονται στους δρόμους. Σοβαρά φαινόμενα διάβρωσης παρατηρούνται συχνά και σε δασικούς δρόμους που κατασκευάζονται πρόχειρα στη χώρα μας. Οι δασικοί δρόμοι θα πρέπει να σχεδιάζονται με πολλή προσοχή, να καταβάλλεται προσπάθεια να αποφεύγονται οι ασταθείς θέσεις και η κατασκευή τους να γίνεται επιμελημένα και κατά τρόπο που να μην παρατηρείται σημαντική διάβρωση (Παπαμίχος, 1985).

Από την άποψη της γενικής σταθερότητας των χερσαίων οικοσυστημάτων, η διάβρωση του εδάφους είναι η δύναμη που έχει τη μεγαλύτερη δυνατότητα να αποσταθεροποιεί τα οικοσυστήματα. Η διάβρωση όχι μόνο ελαττώνει τα θρεπτικά στοιχεία, και την ικανότητα του συστήματος να αποθηκεύει νερό, αλλά λόγω απώλειας κολλοειδών μειώνει σημαντικά και την ικανότητα επαναφοράς του συστήματος στην προηγούμενη παραγωγική κατάσταση. Επειδή ο εμπλουτισμός του εδάφους σε κολλοειδή είναι μια βραδεία διαδικασία, σε περίπτωση σοβαρής διάβρωσης το οικοσύστημα θα χρειαστεί μεγάλο χρόνο να επανέλθει στην αρχική παραγωγικότητα.

Συχνά σε περιοχές με απότομες κλίσεις, παρατηρούνται φαινόμενα ολίσθησης, δηλαδή μετακίνηση μεγάλων μαζών εδάφους. Ολισθήσεις συνήθως συμβαίνουν όταν υπάρχει σε μικρό ή μεγαλύτερο βάθος στο έδαφος αδιαπέραστο στρώμα, όπου συγκεντρώνεται νερό και σχηματίζεται ολισθηρό επίπεδο. Καθώς η υγρασία του εδάφους αυξάνει, οι δυνάμεις συνοχής μεταξύ των κόκκων του εδάφους ελαττώνονται, ενώ το βάρος του εδάφους αυξάνεται και εξαρτάται πλέον από την κλίση, αν το έδαφος θα έχει τη δυνατότητα να παραμείνει στη θέση του. Το ριζικό σύστημα των δέντρων αυξάνει σημαντικά τη δυνατότητα του

εδάφους να ανθίσταται στις ολισθήσεις, εκτός από τις περιπτώσεις όπου έχουμε βαθιές ολισθήσεις και οι ρίζες των δέντρων δε φτάνουν μέχρι το επίπεδο ολίσθησης. Στη χώρα μας, ολισθήσεις παρατηρούνται συχνά στην περιοχή του φλύσχη.

Η ταχεία απομάκρυνση του νερού από ραγδαίες βροχές έχει σαν συνέπεια, εκτός από τη διάβρωση και τις καταστροφικές πλημμύρες, και την απομάκρυνση και απώλεια στη θάλασσα μεγάλης ποσότητας γλυκού νερού. Στο μεσογειακό τύπο κλίματος οι μεγάλες βροχοπτώσεις παρατηρούνται συνήθως στη χειμερινή περίοδο που το νερό πολύ λίγο χρησιμοποιείται, αλλά ούτε και είναι εύκολη η κανονική χρησιμοποίηση τεράστιων ποσοτήτων νερού, συχνά πλούσιου σε στερεά υλικά που προσφέρεται για μικρό σχετικά διάστημα αμέσως μετά από μεγάλες βροχοπτώσεις.

Η ποσότητα του νερού, καθώς και η κανονική και ομαλή παροχή των πηγών και ρευμάτων, έχει πολύ μεγάλη σημασία για την οικονομία της χώρας μας. Το δασικό έδαφος, πλούσια διασωληνωμένο με ρίζες μέχρι μεγάλο βάθος και με το δασικό τάπητα στην επιφάνειά του, αποτελεί άριστο φίλτρο για παραγωγή καθαρού νερού και το καλύτερο μέσο για την ομαλό τερη κίνηση του νερού των βροχών στις απότομες ορεινές εκτάσεις της χώρας μας.

#### **2.3.9.11. Δάσος και υπόγειο νερό**

Η στάθμη ή η επιφάνεια του υπεδάφιου νερού ή το ανώτερο τμήμα της κορεσμένης με νερό υπόγειας εδαφικής ζώνης, παρουσιάζει κάτω από την επίδραση των βροχών διακυμάνσεις, αντικατοπτρίζοντας τις διακυμάνσεις της ποσότητας του υπόγειου νερού. Οι διακυμάνσεις αυτές μπορούν να φθάσουν

και τα 1,50 – 2,00 m και εξαρτώνται ισχυρά από την τοπική διαμόρφωση της περιοχής.

Το 1868 έγιναν οι πρώτες αναδασώσεις με ευκάλυπτο σε ελώδη περιοχή της Ρώμης με αποτέλεσμα την πτώση του υπόγειου νερού και την εξαφάνιση της ελονοσίας.

Μετρήσεις του υπόγειου νερού στις στέπες και σε δασικές εκτάσεις της Ρωσίας έδειξαν ότι το υπόγειο νερό βρίσκεται βαθύτερα στο έδαφος των δασών. (3- 10 m και 12 -27 m)

Το βάθος της στάθμης του υπόγειου ύδατος εξαρτάται εκτός των άλλων (ποσότητα, κατανομή βροχής, υπόγεια συλλεκτήρια λεκάνη, υγρασία εδάφους, πάχος διαπερατών εδαφικών στρωμάτων, κλίση υδροφόρων στρωμάτων) και από την κατανάλωση του νερού από τα διάφορα δασικά είδη.

Η παρουσία του χούμου εμποδίζει τη δασοσυστάδα να επηρεάσει σημαντικά το υπόγειο νερό. Εάν δε το νερό βρίσκεται βαθύτερα από τα 3,30 m τότε η δράση του μηδενίζεται. Αισθητή γίνεται η επίδραση του δάσους όταν το υπόγειο νερό αναπτύσσεται σε βάθος 2,0 m ενώ η μέγιστη επίδρασή του ασκείται όταν αυτό βρίσκεται περίπου στο 1,0 έως 1,5 m.

Η διαφορά του βάθους του υπόγειου νερού μεταξύ του γυμνού και του δασικού εδάφους αποδίδεται σχεδόν αποκλειστικά στο φαινόμενο της διαπνοής. Έτσι η διαφορά είναι μεγαλύτερη σε περιβάλλοντα που ευνοούν την εξατμισιοδιαπνοή, με δασοπονικά είδη με μεγάλες απαιτήσεις σε νερό και σε ανεπτυγμένες συστάδες.

### **2.3.9.12. Δάσος και πηγές**

Στην αρχαία Ελλάδα επικρατούσε η άποψη ότι τα δάση αυξάνουν γενικά τόσο την παροχή όσο και τον αριθμό των πηγών. Συνδύαζαν δε τη λειψυδρία με την αποδάσωση μιας περιοχής.

Μια άποψη που ακόμη και σήμερα επικρατεί στο λαό: τα δάση τα λεγόμενα "κεφαλάρια" θεωρείται ότι πέρα από την προστατευτική τους επίδραση επενεργούν ευνοϊκά και στις πηγές.

Γενικά οι πηγές εξαπλώνονται εκτός των ορίων των δασών.

Υλοτομίες συστάδων είχαν ως αποτέλεσμα την αύξηση των παροχών των πηγαίων υδάτων.

Στις περιπτώσεις κατά τις οποίες το υπόγειο νερό βρίσκεται σε μικρό βάθος έτσι ώστε να μπορεί να επηρεαστεί από το ριζικό σύστημα των δέντρων το δάσος μπορεί να προκαλέσει πτώση της στάθμης του και επομένως επιδρά δυσμενώς στην δίαιτα και την αυτή ύπαρξη των πηγών.

Στις περιπτώσεις που το βάθος αυτών είναι μεγάλο είναι δυνατό το δάσος να επιδρά ευμενώς καθόσον εξαναγκάζει τα ύδατα να ρέουν αργά και μέσω του δασικού εδάφους αυξάνοντας έτσι το ποσό του νερού που διηθείται και εμπλουτίζει τους υπόγειους υδροφορείς.

### **2.3.9.13. Έκθεση στον ορίζοντα και νερό**

Σε νότιες εκθέσεις η θερμοκρασία του εδάφους και των φυτών είναι μεγαλύτερη σε σχέση με το οριζόντιο έδαφος, η εξάτμιση είναι εντονότερη, ενώ το εύρος της θερμοκρασίας γίνεται μεγαλύτερο. Τα φυτά διαπνέουν εντονότερα, ενώ το έδαφος, λόγω της ισχυρότερης εξάτμισης, είναι ξηρότερο και η όλη ανάπτυξη

των φυτών εμφανίζεται καχεκτικότερη, η δε αναγέννηση του δάσους γίνεται δυσκολότερη.

Στις βόρειες εκθέσεις η πορεία της θερμοκρασίας είναι ομοιομορφότερη, το εύρος της θερμοκρασίας μικρότερο, η εξάτμιση του εδάφους είναι μικρότερη και η διαπνοή των φυτών χαλαρότερη.

Η έκθεση του εδάφους μπορεί να επηρεάσει επίσης την επίδραση των ανέμων. Ανάλογα με τη θέση τους σε σχέση με την κατεύθυνση των ανέμων διακρίνουμε προσήνεμες και υπήνεμες πλαγιές. Η επίδραση των ανέμων εξαρτάται και από τη φύση τους. Ξηροί άνεμοι εντείνουν τη διαπνοή των δένδρων και την εξάτμιση του εδαφικού νερού και έτσι δημιουργούνται στις προσήνεμες πλαγιές δυσμενείς συνθήκες για την ανάπτυξη της δασικής βλάστησης. Ομβροφόροι άνεμοι δημιουργούν ευνοϊκές συνθήκες στις προσήνεμες πλαγιές ενώ οι υπήνεμες βρίσκονται στη σκιά της βροχής. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν οι ανατολικές και δυτικές πλαγιές του Χολομώντα, των Πιερίων, του Ολύμπου, της Όσσας και του Πηλίου. Έτσι π.χ. στην Όσσα η απαιτητικότερη σε υγρασία οξιά εμφανίζεται μόνο στις ανατολικές πλαγιές, οι οποίες βλέπουν προς τη θάλασσα, ενώ λείπει από τις υπήνεμες, προς τους ομβροφόρους, ανέμους δυτικές πλαγιές.

### **2.3.10. Η επίδραση του δάσους στην απορροή**

(Τα στοιχεία που παρατίθενται στη συνέχεια είναι από το βιβλίο του Κωτούλα, (1995) Μαθήματα δασικής υδρολογίας και δεν έχει παραπομπές σε βιβλιογραφικές αναφορές στις οποίες θα μπορούσαμε να ανατρέξουμε, ένεκα του διδακτικού σκοπού του).

Οι πρώτες συστηματικές έρευνες για τη σπουδή του φαινομένου της επιφανειακής απορροής έγιναν από τον Ελβετό Engler κατά τα έτη 1900-1915 σε δύο χειμάρρους της περιοχής του Emmental, στη Βέρνη. Τα πειράματα συνεχίστηκαν μέχρι το 1959 οπότε ο Casparis ανακεφαλαίωσε τα αποτελέσματα.

Ο χειμάρρος Sperbelgraben ήταν καλυμμένος από κηπευτό δάσος ερυθρελάτης κατά 97% ενώ ο χειμάρρος Rappengraben είχε ποσοστό δάσωσης 35,1%. Η λεκάνη απορροής του πρώτου έχει έκταση 55,8 ha και το μέσο ετήσιο ύψος βροχής ανέρχεται σε 1589 mm. Η λεκάνη απορροής του δεύτερου έχει έκταση 59,2 ha και μέσο ετήσιο ύψος βροχής 1536 mm.

Η απορρέουσα ποσότητα από τη δασωμένη λεκάνη είναι σαφώς μικρότερη εκείνης από την μερικώς δασωμένη λεκάνη και επομένως το δάσος προκαλεί μία γενική μείωση της απορροής.

Πίνακας 10: Απορροή σε δασωμένη και μερικώς δασωμένη λεκάνη απορροής (Κωτούλας 1995)

Χειμάρρος	Ύψος βροχής (mm)	Απορροή (mm) (%)
Sperbelgraben	1685	836 50
Rappengraben	1736	1081 62

Επίσης η επίδραση του δάσους επί της ελάχιστης και της μέγιστης απορροής συνίσταται αφενός μεν στην απάλυνση- μείωση των πλημμυρικών αιχμών αφετέρου στην αύξηση των απορρεόντων χαμηλών υδάτων.

Στο δασικό έδαφος η απορροή λαμβάνει χώρα βραδέως και κατά το μεγαλύτερο ποσοστό της εντός της δασικής φυλλάδας και του δασικού εδάφους (υποδερμικά), σε αντίθεση με το γυμνό έδαφος όπου λαμβάνει χώρα κυρίως επιφανειακά.

Έτσι κατά τον Burger στο δασικό έδαφος μετά από βροχή 50 mm και διάρκειας 50' δεν παρατηρείται καμία μεταβολή στην απορροή ενώ επί των γυμνών βοσκομένων εδαφών μετά από βροχή ύψους 10 mm απορρέει επιφανειακά το 20 έως και 40 % της συνολικής βροχόπτωσης.

Στο γεγονός αυτό συντελεί και το μεγαλύτερο πορώδες και η μεγαλύτερη υδατοδιαπερατότητα των δασικών εδαφών, γεγονός που οφείλεται πάλι στην ευνοϊκή επίδραση του δάσους. Επίσης ο κίνδυνος της εκ της απορροής διάβρωσης περιορίζεται στο ελάχιστο.

Ο Burger κατέγραψε μετά από βροχόπτωση 37 mm απορροή 840 l/sec.km<sup>2</sup> στη δασωμένη λεκάνη ενώ στη γυμνή λεκάνη, 3150 l/sec.km<sup>2</sup> την τριπλάσια περίπτωση ποσότητα. Επίσης η επίδραση του δάσους επί της ελάχιστης και της μέγιστης απορροής συνίσταται αφενός μεν στην απάλυνση- μείωση των πλημμυρικών αιχμών αφετέρου στην αύξηση των απορρεόντων χαμηλών υδάτων.

Αμφιβολίες υπήρξαν κυρίως για την άποψη ότι το δάσος αυξάνει την ποσότητα των χαμηλών νερών, καθώς τα αποτελέσματα διαφόρων ερευνητικών εργασιών υπήρξαν αντιφατικά. Έτσι ο αμερικανός Jonson ισχυρίζεται ότι η υλοτομία

δάσους πλατυφύλλων επιφέρει αύξηση των χαμηλών νερών ο δε Nakano απέδειξε ότι η απομάκρυνση του δάσους αυξάνει τα χαμηλά νερά έως και 84%.

Οι Banks και Kromhout απέδειξαν ότι η αναδάσωση μιας λεκάνης απορροής μετά από την πάροδο 10 ετών μειώνει την ελάχιστη θερινή παροχή κατά 26%.

Σήμερα λοιπόν επικρατεί η άποψη ότι το δάσος προκαλεί μείωση των χαμηλών νερών γεγονός που έχει μεγάλη σημασία για τη χώρα μας.

Παρόμοιες έρευνες έχουν γίνει από τους αμερικανούς Bates και Henry στο Κολοράντο με τη μόνη διαφορά ότι και οι δύο περιοχές ήταν δασωμένες από την αρχή. Γινόταν καταγραφή των βροχοπτώσεων απορροών υδατοσυγκράτησης και εξατμισιοδιαπνοής για μία δεκαετία με σκοπό τη διαπίστωση του βαθμού ομοιότητας των λεκανών.

Η μία λεκάνη παρέμεινε ως έχει ενώ η άλλη υλοτομήθηκε αποψιλωτικά. Οι αυτές μετρήσεις συνεχίστηκαν για μία ακόμη δεκαετία.

Πίνακας 11: Διαφορά απορροής μετά από υλοτομία (Κωτούλας, 1995)

Χείμαρρος		Ύψος βροχής (mm)	Απορροή (mm)
Προ υλοτομίας:	A	534	154
	B	536	157
Μετά την υλοτομία:	A	537	158
	B	529	184

Ενδιαφέροντα επίσης είναι τα πειράματα των αμερικανών Jonson και Conner οι οποίοι διαπίστωσαν ότι μετά την απομάκρυνση του θαμνώδους υπόροφου και



χωρίς να θιγεί ο κύριος δενδρώδης όροφος της συστάδας αυξήθηκε η απορροή κατά 15 mm.

Κατά τα πειράματα στο Harz της Γερμανίας από το Keller διαπιστώθηκε ότι μετά την απομάκρυνση της δασικής βλάστησης και την χημική καταπολέμηση των παραβλαστημάτων αυξήθηκε η υδαταπορροή κατά 29%.

Ο Xirata διαπίστωσε ότι επήλθε αύξηση του απορρέοντος νερού κατά 15% μετά την υλοτομία δάσους, ποσότητα ίση με την υδατοσυγκράτηση.

Ο Takeda συνέκρινε δύο λεκάνες με ποσοστό δασοκάλυψης 69 και 100% αντίστοιχα (3000 mm). Από τη δασωμένη λεκάνη απέρρευσε το 70% ενώ από τη δεύτερη το 85%.

Ο Nakano επίσης παρατήρησε ότι μετά την υλοτομία του δάσους η μέση ετήσια απορροή αυξήθηκε κατά 8 – 24% ενώ το μέγιστο των απορροών κατά 69 – 114%.

Από τα αναφερθέντα συμπεραίνουμε ότι το δάσος προκαλεί μείωση της ετήσιας απορροής σε ποσοστό κυμαινόμενο 10 -20 % μείωση των πλημμυρικών αιχμών σε ποσοστό 30 – 60% και μείωση των ελαχίστων υδάτων σε ποσοστό μέχρι 20%. Πέραν αυτών όμως το δάσος εξαναγκάζει το νερό να ρέει βραδέως και διαμέσου του δασικού εδάφους.

#### **2.3.10.1. Ποσοστό δάσωσης και απορροή**

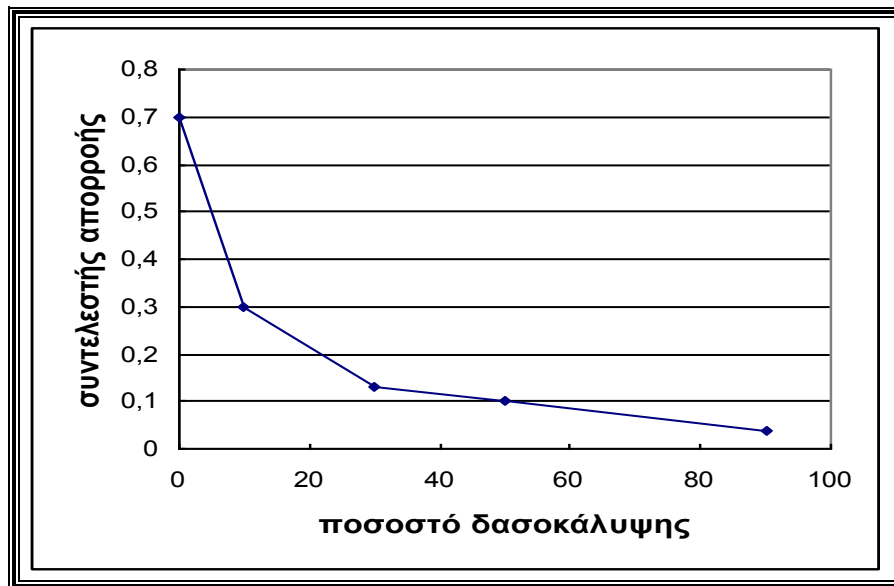
Γίνεται δεκτό ότι όσο μικρότερο είναι το ποσοστό δάσωσης μιας λεκάνης απορροής τόσο μεγαλύτερη είναι η απορρέουσα ποσότητα νερού.

Έτσι ο Molchanov, (Κωτούλας, 1995) δίνει την εξής σχέση μεταξύ ποσοστού δασώσεως και συντελεστή απορροής:

Ποσοστό δάσωσης : 0 10 30 50 90

Συντελεστής απορροής: 0,7 0,3 0,13 0,10 0,04

Η σχέση ποσοστού δάσωσης και απορροής φαίνεται σχηματικά στην εικ. 15.



Εικόνα 15 : Ποσοστό δάσωσης και απορροή (Κωτούλας, 1995)

Αύξηση της δάσωσης της λεκάνης απορροής κατά 10-30 % επιφέρει στα γυμνά εδάφη σημαντική μείωση του συντελεστή απορροής.

Κατά αναλογία δεχόμαστε ότι επιφέρει και σημαντική αύξηση του ποσοστού που διηθείται στο έδαφος.

### 2.3.10.2. Αναδασώσεις και απορροή

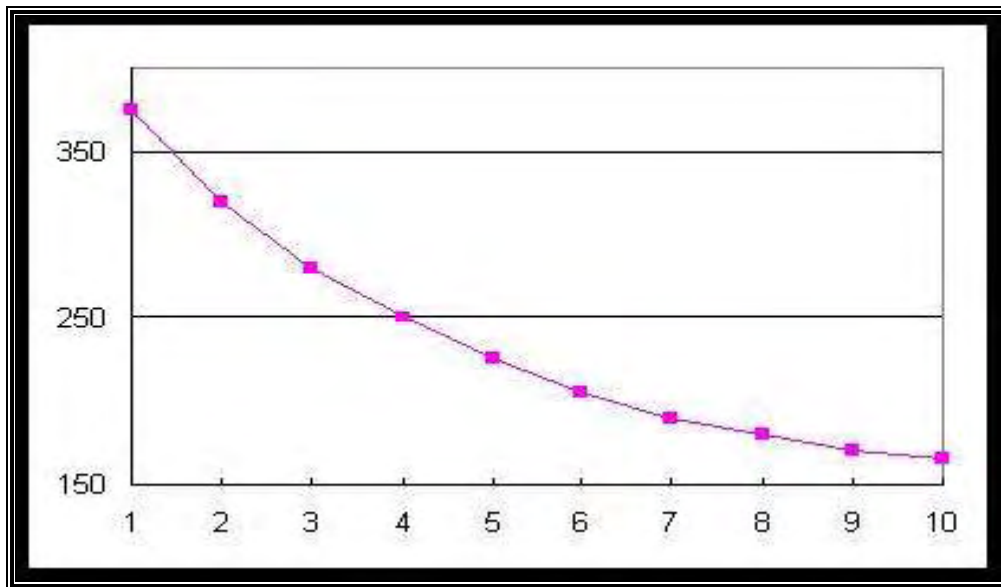
Μεγάλο ενδιαφέρον παρουσιάζει η μελέτη της επίδρασης των αναδασώσεων επί του φαινομένου της υδαταπορροής από την ίδρυση των φυτειών μέχρι και την πλήρη ωρίμανση αυτών.

Έτσι ο Hibbert (από Κωτούλα, 1995) δίνει τα παρακάτω αποτελέσματα για την επίδραση της υδαταπορροής κατόπιν αποψιλωτικής υλοτομίας επαναδημιουργούμενου δάσους κατά τα πρώτα δέκα έτη μετά την υλοτομία:

Έτος (μετά την υλοτομία): 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Απορροή (mm βροχής) : 375 320 280 250 225 205 190 180 170 165

Η πορεία της απορροής φαίνεται στην εικ. 16.



Εικόνα 16: Πορεία της απορροής μετά από αποψιλωτική υλοτομία (Κωτούλας, 1995)

Έτσι σε λεκάνη απορροής 800ha της οποίας το δάσος καταλαμβάνει το 58% της έκτασής της (από 35%) η υδαταπορροή μειώθηκε σε μία 15ετία, ετησίως κατά 9 mm βροχής.

Συμπερασματικά μπορούμε να πούμε ότι οι αναδασώσεις επιφέρουν γενικά σημαντική μείωση της απορροής και ιδιαίτερα των πλημμυρικών αιχμών, η επίδραση της δασικής βλάστησης είναι κατά πολύ ισχυρότερη κατά τα πρώτα έτη της εγκατάστασής της.

### 2.3.10.3. Παράγοντες που επηρεάζουν την απορροή

Οι βασικοί παράγοντες που επηρεάζουν την απορροή είναι: το κλίμα, το ανάγλυφο, η βλάστηση και το γεωλογικό υπόθεμα.

1. Γεωλογικό υπόθεμα και δασικό έδαφος: είναι γνωστό ότι η κοκκομετρική σύσταση επηρεάζει την απορροή. Έτσι εάν η απορροή σε δασικό πηλώδες έδαφος θεωρηθεί ίση με 100% τότε σε αμμοπηλώδες ανέρχεται σε 25- 30% και σε αμμώδες έδαφος σε 10- 15%. Επίσης τα ασβεστολιθικά πετρώματα έχουν πολύ μεγάλο βαθμό υδατοπερατότητας ιδιαίτερα σε σχέση με τα σταθερά πετρώματα (κρυσταλλοπυριγενή) όπως ο γρανίτης. Αντίστοιχα μειώνεται η διηθούμενη ποσότητα του νερού στο έδαφος.

2. Το ανάγλυφο και ιδιαίτερα η κλίση του εδάφους: διαδραματίζει σημαντικό ρόλο καθώς όσο αυξάνει η κλίση αυξάνει και η ταχύτητα του νερού καθώς και η παρασυρτική του δύναμη.

Στην περίπτωση των χειμάρρων που προαναφέρθηκαν μετά από την εφαρμογή τεχνητής βροχής διαπιστώθηκε ότι σε κλιθείς της δασωμένης λεκάνης και με κλίση 75 – 85% η απορροή λαμβάνει χώρα διαμέσου του εδάφους ενώ στη γυμνή λεκάνη απορροής ήδη υπό κλίση 50% το νερό ρέει επιφανειακά.

Κατά τον Molchanon η εντός του δάσους απορρέουσα ποσότητα είναι πολύ μικρή μέχρι κλίση 22ο εάν δε διαταράσσεται η δασική φυλλάδα. Εάν διαταραχθεί από την παρουσία βοσκώντων ζώων επέρχεται αύξηση της επιφανειακής απορροής και προκαλεί διαβρώσεις.

Επίσης η υγρασία του εδάφους μπορεί να επηρεάσει σημαντικά την απορροή. Έτσι μετά από μία καταιγίδα ύψους 18mm με υγρό καιρό το ποσοστό της

απορροής ανήλθε σε 45% ενώ καταιγίδα 58mm με ξηρό καιρό απέδωσε απορροή διάρκειας 12 ωρών και μόνο το 13% του νερού της βροχής.

#### **2.3.10.4. Καθαρή και απορροϊκή βροχή**

Μια σημαντική διαδικασία στην υδρολογική ανάλυση είναι ο υπολογισμός της ποσότητας και της κατανομής του μέρους της βροχής που μετατρέπεται σε επιφανειακή και άμεση απορροή. Το νερό της βροχής ( $P$ ), που προκαλεί απορροή, τυπικά ικανοποιεί τις ακόλουθες διαδικασίες. Ένα μέρος γυρίζει πίσω στην ατμόσφαιρα με τις διαδικασίες της εξάτμισης και διαπνοής ( $ET$ ). Επειδή οι συνθήκες που επικρατούν κατά τη διάρκεια της βροχής δεν είναι ευνοϊκές για έντονο ρυθμό εξάτμισης και διαπνοής, το νερό που πάει στη διαδικασία αυτή είναι πολύ λίγο. Ένα άλλο μέρος της βροχής συγκρατείται από τη φυτοκόμη ( $I_c$ ). Το μέγεθός του, που εξαρτάται από την πυκνότητα και το είδος της φυτοκάλυψης, είναι πάντοτε σημαντικό και θεωρείται ότι χάνεται όλο πίσω στην ατμόσφαιρα με εξάτμιση. Από την υπόλοιπη βροχή, ένα μέρος συγκρατείται από τις κοιλότητες του εδάφους ( $D_s$ ), διηθείται στο έδαφος ( $I_f$ ), αποθηκεύεται στην επιφάνεια ( $S_d$ ) και απορρέει επιφανειακά ( $SRO$ ). Το μέρος της βροχής που δίνει την επιφανειακή απορροή λέγεται καθαρή βροχή ( $NP$ ) (Παπαμιχαήλ, 2004).

Από το νερό που διηθήθηκε, ένα μέρος του κινούμενου πλευρικά μπορεί να εμφανιστεί πάλι στην επιφάνεια του εδάφους ή στην κοίτη του ρεύματος με τη μορφή ενδορροής. Το άθροισμα της ενδορροής και της επιφανειακής απορροής ονομάζεται άμεση απορροή. Το μέρος της βροχής που δίνει την άμεση απορροή λέγεται απορροϊκή βροχή (Παπαμιχαήλ, 2004).

Με βάση τα παραπάνω, μπορούν να γραφούν σχέσεις της μορφής:

$$P = ET + I_c + I_f + S_d + SRO \text{ ή}$$

$$SRO = P - I_c - I_f - S_d - ET$$

Οι σχέσεις αυτές, που είναι γνωστές σαν σχέσεις του υδρολογικού ισοζυγίου, δείχνουν ότι η επιφανειακή απορροή είναι το υπόλοιπο που μένει από τη βροχή μετά την αφαίρεση των κάθε φύσης απωλειών. Η εκτίμηση της καθαρής και της απορροϊκής βροχής παρουσιάζει πολύ ενδιαφέρον στην υδρολογική ανάλυση, προϋποθέτει δε την εκτίμηση των ποσοτήτων του νερού της βροχής που ικανοποιούν τις διάφορες διαδικασίες όπως είναι η εξατμισοδιαπνοή, η διήθηση που διαμορφώνει αφενός την ενδορροή και αφετέρου τη βασική απορροή και η συγκράτηση από τη φυτοκάλυψη (Παπαμιχαήλ, 2004).

### **2.3.11. Εξατμισοδιαπνοή Ε**

Πολλές δημοσιεύσεις που έχουν γίνει κατά καιρούς δείχνουν ότι η εξατμισοδιαπνοή αποτελεί ένα από τα πιο δημοφιλή αντικείμενα, που έχουν μελετηθεί, τόσο στην υδρολογία, όσο και στις αρδεύσεις. Οι διάφοροι υπολογισμοί και μετρήσεις της εξατμισοδιαπνοής που έχουν γίνει χρησιμοποιούν διάφορους τρόπους και μεθοδολογίες. Αξιοποίηση των ιστορικών δεδομένων ή συγκρίσεις δεν είναι δυνατές, αν προηγουμένως δεν ξεκαθαριστεί τι ακριβώς αντιπροσωπεύουν. Για το λόγο αυτό και για την εξεύρεση ενός κοινού παρονομαστή, είναι χρήσιμο να παρατεθούν οι ορισμοί που είναι σε κοινή χρήση και αναφέρονται στις διαδικασίες μέτρησης και

υπολογισμού της εξατμισοδιαπνοής. Ομαδοποίηση των ορισμών αυτών έχει δοθεί από τον Παπαζαφειρίου (1999).

Εξάτμιση,  $E$ , είναι η φυσική διαδικασία με την οποία ένα στερεό ή υγρό σώμα μεταπίπτει στην αέρια φάση. Στην υδρολογία, η εξάτμιση περιορίζεται στη μεταβολή του νερού από την υγρή στην αέρια φάση.

Δυναμική εξάτμιση,  $E$  είναι η εξάτμιση από μια επιφάνεια όπου όλες οι επαφές της με την ατμόσφαιρα είναι υγρές, έτσι που δεν υπάρχει κανένας περιορισμός της έντασης της εξάτμισης που να οφείλεται στην επιφάνεια. Το μέγεθος της  $E$  εξαρτάται κατά κύριο λόγο από τις συνθήκες που επικρατούν στην ατμόσφαιρα και την ανακλαστικότητα της επιφάνειας, αλλά παραλλάσσει ανάλογα με τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της επιφάνειας, όπως είναι η αεροδυναμική τραχύτητα.

Εξατμισοδιαπνοή  $ET$ , είναι η συνδυασμένη διαδικασία με την οποία νερό μεταφέρεται προς την ατμόσφαιρα με τη διαπνοή από τα φυτά και την εξάτμιση από την επιφάνεια του εδάφους και την επιφάνεια των φύλλων, όταν αυτά είναι υγρά.

Δυναμική εξατμισοδιαπνοή  $ET$  είναι η ένταση (ρυθμός) με την οποία το νερό, κάτω από συνθήκες πλήρους διαθεσιμότητας, απομακρύνεται από το υγρό έδαφος και τις φυτικές επιφάνειες. Η δυναμική εξατμισοδιαπνοή εκφράζεται είτε σαν ροή λανθάνουσας θερμότητας ανά μονάδα επιφάνειας,  $\lambda ET_p$  είτε σαν ισοδύναμο πάχος εξατμιζόμενου νερού ανά μονάδα χρόνου,  $ET_p$ .

Εξατμισοδιαπνοή καλλιέργειας αναφοράς (ή βάσης),  $ET_r$  είναι η ένταση με την οποία νερό, εφόσον είναι άμεσα διαθέσιμο, απομακρύνεται από τις εδαφικές και φυτικές επιφάνειες μιας καλλιέργειας αναφοράς. Καλλιέργειες αναφοράς είναι ο

χορτοτάπητας με ομοιόμορφο ύψος 8-15mm ή η μηδική με μέσο ύψος 50 mm. Οι επιφάνειες των φύλλων της καλλιέργειας αναφοράς, τυπικά, δεν είναι υγρές. Η εξατμισοδιαπνοή καλλιέργειας αναφοράς ή απλώς εξατμισοδιαπνοή αναφοράς, εκφράζεται είτε σαν ροή λανθάνουσας θερμότητας ανά μονάδα επιφάνειας,  $LE_T$ , είτε σαν ισοδύναμο πάχος εξατμιζόμενου νερού ανά μονάδα χρόνου,  $ET_r$ .

Εξατμισοδιαπνοή καλλιέργειας,  $ET$  είναι η ένταση με την οποία νερό, εφόσον είναι άμεσα διαθέσιμο, απομακρύνεται από τις εδαφικές και φυτικές επιφάνειες μιας καλλιέργειας που αναπτύσσεται δυναμικά (είναι δηλαδή ελεύθερη από ασθένειες και οποιουσδήποτε άλλους παράγοντες ανασχετικούς της ανάπτυξης και έχει στη διάθεσή της όλα τα απαιτούμενα θρεπτικά συστατικά) και επιτυγχάνει το μέγιστο της ανάπτυξης και απόδοσης, κάτω από τις επικρατούσες συνθήκες του περιβάλλοντος, στο οποίο αναπτύσσεται. Η συνήθης έκφρασή της είναι σε ισοδύναμο πάχος εξατμιζόμενου νερού ανά μονάδα χρόνου.

Πραγματική εξατμισοδιαπνοή καλλιέργειας,  $ET_a$  είναι η ένταση με την οποία νερό, εφόσον είναι άμεσα διαθέσιμο, απομακρύνεται από τις εδαφικές και φυτικές επιφάνειες μιας καλλιέργειας που αναπτύσσεται κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες. Η συνήθης έκφρασή της είναι σε ισοδύναμο πάχος εξατμιζόμενου νερού ανά μονάδα χρόνου.

### **2.3.12. Συγκράτηση από τη φυτοκάλυψη**

Τον υδρολόγο ενδιαφέρει κυρίως η ποσότητα και η ένταση με την οποία φθάνει στην επιφάνεια του εδάφους το νερό της βροχής. Ένα μέρος από τη βροχή που



πέφτει μπορεί να πιαστεί από τα υπέργεια τμήματα των φυτών που καλύπτουν το έδαφος και στη συνέχεια να εξατμισθεί. Η ποσότητα αυτή του νερού που πιάνεται από τα φυτά αναφέρεται σαν συγκράτηση και το νερό που χάνεται απώλεια συγκράτησης. Το πόσο νερό μπορεί να συγκρατηθεί εξαρτάται από το είδος και την πυκνότητα της φυτοκάλυψης όπως και από τα χαρακτηριστικά της βροχής και του αέρα. Η σοβαρότητα του παράγοντα αυτού φαίνεται από το γεγονός ότι σε υγρές δασωμένες περιοχές οι απώλειες συγκράτησης κυμαίνονται από 10 μέχρι 25% του ετήσιου ύψους βροχής, ενώ σε σχετικά ξερές περιοχές το ποσοστό αυτό είναι μεγαλύτερο (Παπαμιχαήλ, 2004).

Αν μια έκταση είναι φυτοκαλυμμένη, το νερό της βροχής πιάνεται και αναδιανέμεται από τη βλάστηση με τη μορφή ενδοβροχής, κορμορροής και εξατμίσσης (απώλειες συγκράτησης). Ενδοβροχή είναι το μέρος της βροχής που περνώντας μέσα από το φύλλωμα των φυτών πέφτει στο έδαφος. Κορμορροή είναι το μέρος της βροχής που πιάνεται αρχικά από τα υπέργεια μέρη των φυτών και στη συνέχεια κυλάει προς το έδαφος ακολουθώντας τα κλαδιά και τον κορμό. Όταν αρχίσει η βροχή, το νερό της συγκρατείται από το φύλλωμα σχηματίζοντας ένα λεπτό στρώμα πάνω στην επιφάνεια κάθε φύλλου. Το πάχος του στρώματος αυτού εξαρτάται από το είδος των φύλλων, τη θέση τους και την επιφανειακή τάση που αναπτύσσεται ανάμεσα στο νερό και την επιφάνεια των φύλλων. Αν βροχή εξακολουθήσει να πέφτει και δεν φυσά καθόλου αέρας, μετά από κάποια ποσότητα τα φύλλα δε μπορούν να κρατήσουν περισσότερο νερό. Το επιπλέον νερό είτε πέφτει στο έδαφος σαν ενδοβροχή ή κυλάει προς το έδαφος σαν κορμορροή, γεμίζοντας ενδιάμεσα τις κοιλότητες που συναντά

στους κλάδους και τον κορμό. Η μέγιστη ποσότητα νερού που μπορεί να συγκρατηθεί από μια φυτοκόμη λέγεται αποθηκευτική ικανότητα συγκράτησης. Κατά τη διάρκεια μιας βροχής, κάτω από συνθήκες νηνεμίας, μετά την ικανοποίηση της αποθηκευτικής ικανότητας συγκράτησης, νερό φθάνει στο έδαφος σαν ενδοβροχή και κορμορροή, ενώ ένα μέρος εξατμίζεται από τα φύλλα και συνεχώς αναπληρώνεται. Μετά την παύση της βροχής, στο φύλλωμα παραμένει ακόμη το αποθηκευμένο νερό που στη συνέχεια εξατμίζεται. Έτσι, όταν δεν φυσάει, η απώλεια συγκράτησης θα είναι ίση με τη μέγιστη αποθηκευτική ικανότητα συγκράτησης και το νερό που εξατμίστηκε από το φύλλωμα κατά τη διάρκεια της βροχής. Αν η βροχή ακολουθείται από αέρα η κατάσταση γίνεται διαφορετική. Ο αέρας κουνάει τα φύλλα και περιορίζει κατά πολύ την αποθηκευτική τους ικανότητα. Ο περιορισμός αυτός είναι τόσο μεγαλύτερος όσο πιο δυνατός είναι ο αέρας. Ακόμη και μετά το σταμάτημα της βροχής, ο αέρας ρίχνει στο έδαφος ένα μεγάλο μέρος του νερού που έχει συγκρατηθεί στο φύλλωμα. Από την άλλη μεριά, η εξάτμιση κατά τη διάρκεια της βροχής είναι σημαντικά μεγαλύτερη λόγω του αέρα. Σε γενικές γραμμές ο αέρας έχει σχεδόν σαν αποτέλεσμα τον περιορισμό των απωλειών συγκράτησης (Παπαμιχαήλ, 2004).

### **2.3.13. Μέτρηση των απωλειών συγκράτησης**

Η μέτρηση των απωλειών συγκράτησης γίνεται κατά έμμεσο τρόπο με τη βοήθεια σχέσεων της μορφής:

$$I_c = P - T_f - S_f$$

όπου:  $I_c$  είναι οι απώλειες συγκράτησης.  $P$  είναι το ύψος βροχής που μετριέται πάνω από το φύλλωμα,  $T_f$  είναι η ενδοβροχή και  $S_f$  είναι η κορμορροή. Για να βρεθούν δηλαδή οι απώλειες συγκράτησης πρέπει σε κάποια θέση ταυτόχρονα να γίνουν μετρήσεις βροχής, ενδοβροχής και κορμορροής.

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί κατά την επιλογή των θέσεων που θα εγκατασταθούν τα βροχόμετρα, όπως και στον απαιτούμενο αριθμό τους. Η εγκατάσταση γίνεται κατά κανόνα σε μεγάλα ανοίγματα του δάσους που βρίσκονται κοντά στις θέσεις που γίνεται η μέτρηση της συγκράτησης. Τα ανοίγματα αυτά πρέπει να έχουν την ίδια κλίση και προσανατολισμό με τις θέσεις του προσδιορισμού της συγκράτησης, τα δε βροχόμετρα πρέπει κατά κανόνα να προστατεύονται από ασπίδες. Όσον αφορά τον αριθμό των βροχομέτρων, οι Helvey και Patrich (1965) συμπέραναν ότι για τις περισσότερες περιπτώσεις 2 με 4 από αυτά δίνουν συνήθως ικανοποιητικά αποτελέσματα. Αν στο δάσος δεν υπάρχουν μεγάλα ανοίγματα, τα βροχόμετρα τοποθετούνται σε μικρότερα, με την προϋπόθεση ότι σε γωνία 45<sup>ο</sup> από το χείλος των βροχομέτρων δεν υπάρχουν εμπόδια οποιασδήποτε μορφής.

Ο τρόπος με τον οποίο γίνεται η μέτρηση της ενδοβροχής εξαρτάται από το είδος της φυτοκάλυψης. Αν η φυτοκάλυψη αποτελείται από θάμνους, τα χείλη των βροχομέτρων πρέπει να τοποθετούνται πολύ χαμηλά. Επειδή για τα συνηθισμένα βροχόμετρα αυτό παρουσιάζει δυσκολίες, σε τέτοιες περιπτώσεις χρησιμοποιούνται απλές ορθογωνικές σκάφες, παίρνοντας την πρόνοια οι πλευρές τους να έχουν αρκετή κλίση προς τα μέσα ώστε το νερό που πέφτει σε αυτές να μην πιτσιλιέται προς τα έξω. Δεδομένου ότι κάτω από τέτοιες συνθήκες φυτοκάλυψης η ενδοβροχή είναι πολύ ανομοιόμορφη, ο αριθμός των

συσκευών μέτρησης που θα χρησιμοποιηθούν πρέπει να είναι αρκετά μεγάλος και ανάλογος με το βαθμό ανομοιομορφίας της ενδοβροχής. Στην περίπτωση δασών, η ενδοβροχή μετράται με τα συνηθισμένα βροχόμετρα, η πυκνότητά τους όμως είναι πολύ μεγαλύτερη από αυτή που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της βροχής. Οι Helvey και Patrich (1965) συνιστούν ο αριθμός των βροχομέτρων που χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση της ενδοβροχής να είναι 8 με 10 φορές μεγαλύτερος από τον αριθμό αυτών που μετρούν τη βροχή. Επειδή στα δάση κατά κανόνα υπάρχει και χαμηλή βλάστηση που και αυτή συγκρατεί το νερό, τα βροχόμετρα μπορεί να μην το δείξουν. Έτσι, καλό είναι μαζί με τα βροχόμετρα να χρησιμοποιούνται και σκάφες για την εκτίμηση τόσο της συγκράτησης του κύριου ορόφου του δάσους, όσο και του υποορόφου που σχηματίζει η χαμηλή βλάστηση.

Η κορμορροή είναι πρακτικά αδύνατο να μετρηθεί όταν η φυτοκάλυψη αποτελείται από χαμηλά φυτά με πολλούς και λεπτούς βλαστούς. Ευτυχώς, όπως έδειξαν μελέτες, στις περιπτώσεις αυτές η κορμορροή είναι ασήμαντη και δεν υπάρχει ουσιαστικός λόγος να επιχειρείται η μέτρησή της. Στις περιπτώσεις δασών, η μέτρηση της κορμορροής των δένδρων γίνεται με τη βοήθεια δακτυλίων που τοποθετούνται γύρω από τον κορμό. Οι δακτύλιοι αυτοί είναι κοίλοι, το εσωτερικό χείλος τους προσαρμόζεται υδατοστεγώς πάνω στον κορμό του δένδρου, στο χαμηλότερο δε σημείο της κοιλότητας υπάρχει μια οπή στην οποία προσαρμόζεται ένας σωληνίσκος που μεταφέρει το νερό σε κάποιο δοχείο. Το μέγεθος της κορμορροής εξαρτάται από τις ανωμαλίες του φλοιού των δένδρων. Είδη δένδρων που έχουν λείους κορμούς παρουσιάζουν κορμορροή που κυμαίνεται, ανάλογα με τα χαρακτηριστικά της βροχής, από 1

μέχρι 15% της βροχής, ενώ για δένδρα με ανώμαλη επιφάνεια κορμού από 2 μέχρι 3% της βροχής, πράγμα που δείχνει ότι σε γενικές γραμμές η κορμορροή είναι πολύ μικρή και μεταβλητή. Για το λόγο αυτό αρκετοί δακτύλιοι πρέπει να τοποθετηθούν σε κορμούς για να δώσουν πιο αντιπροσωπευτικούς υπολογισμούς για μέσες συνθήκες.

Πίνακας 12: Τιμές του συντελεστή απορροής, για διάφορες φυσικές και τεχνητές επιφάνειες U.S. ARMY CORPS OF ENGINEERS, 1948 (από Παπαμιχαήλ, 2004)

Είδος Επιφάνειας	C
Ασφαλτόστρωτες και τσιμεντόστρωτες επιφάνειες	0,90 - 0,95
Αμμοχαλικόστρωτες επιφάνειες (ανάλογα με το βαθμό συμπίεσης και την κλίση τους)	0,40 - 0,80
Σκυρόστρωτες επιφάνειες (ανάλογα με το βαθμό συμπίεσης και την κλίση τους)	0,30 - 0,70
Φυσικά διαπερατά εδάφη με μικρή κλίση και πυκνή φυτοκάλυψη από χαμηλά φυτά (χόρτα κλπ)	0,10 - 0,30
Φυσικά διαπερατά εδάφη με μεγάλη κλίση και αραιή φυτοκάλυψη από χαμηλά φυτά	0,30 - 0,70
Δασωμένες εκτάσεις (ανάλογα με το έδαφος, την κλίση και την πυκνότητα της υποβλάστησης)	0,05 - 0,30
Επιφάνειες με βράχους (ανάλογα με το έδαφος, την κλίση και την πυκνότητα της υποβλάστησης)	0,30 - 0,80

Πίνακας 13: Τιμές του συντελεστή απορροής C, για καλλιεργημένες εκτάσεις  
U.S. ARMY CORPS OF ENGINEERS, 1948 (από Παπαμιχαήλ, 2004)

Είδος και κατάσταση εδάφους	C, ανάλογα με την κλίση
Συνεκτικά εδάφη χωρίς καλλιέργεια	0,40 – 0,65
Συνεκτικά εδάφη με καλλιέργεια	0,30 – 0,55
Μέσα εδάφη χωρίς καλλιέργεια	0,15 – 0,40
Μέσα εδάφη με καλλιέργεια	0,10 – 0,30
Ελαφρά εδάφη χωρίς καλλιέργεια	0,05 – 0,20
Ελαφρά εδάφη με καλλιέργεια	0,00 – 0,10

Πίνακας 14: Τιμές του συντελεστή απορροής C, για κατοικημένες περιοχές U.S.  
ARMY CORPS OF ENGINEERS, 1948

Είδος επιφάνειας	C
Σχετικά επίπεδες επιφάνειες, αδιαπέρατες από το νερό, σε ποσοστό $\leq 30\%$ λόγω κατασκευής δρόμων, σπιτιών κλπ	0.40
Κατοικημένες περιοχές σχετικά επικλινείς, αδιαπέρατες στο νερό σε ποσοστό 50%	0.65
Κατοικημένες περιοχές σχετικά επικλινείς, αδιαπέρατες στο νερό σε ποσοστό 70%	0.80

## Υδατοσυγκράτηση

Ανάλογα λοιπόν με το πρίσμα κάτω από το οποίο εξετάζεται η υδατοσυγκράτηση μπορεί να θεωρηθεί ως ευεργετική σε σχέση με τις πλημμύρες και τις διαβρώσεις και σαν επιζήμια σε σχέση με τις ανάγκες της βλάστησης σε νερό και τον εμπλουτισμό των υδροφόρων οριζόντων (Νικολαΐδης, 1980) .

Τα κωνοφόρα είδη συγκρατούν στο φύλλωμά τους περισσότερο νερό από ότι τα φυλλοβόλα πλατύφυλλα. Επειδή δεν έχουν φύλλωμα και το χειμώνα προστατεύουν-καλύπτουν το έδαφος συνεχώς από τα άμεσα χτυπήματα των σταγόνων της βροχής. Είναι λοιπόν από υδρονομική άποψη περισσότερο προστατευτικά και υδατοκαταναλωτικά είδη (Νικολαΐδης, 1980).

Δάσος από κωνοφόρα είδη, καταναλώνει συνολικά περισσότερο νερό από ότι το δάσος πλατυφύλλων. Ενδείκνυται για υδρονομική διευθέτηση λεκανών απορροής, όχι όμως όπου επιδιώκεται αύξηση του απορρέοντος νερού. Εκεί το δάσος πλατυφύλλων είναι προτιμότερο (Νικολαΐδης, 1980).

Το γεγονός ότι η ποσότητα του νερού η οποία συγκρατείται από τη βλάστηση εξατμιζόμενη επιστρέφει και πάλι στην ατμόσφαιρα έκανε πολλούς μελετητές να σκεφτούν ότι αποτελεί μια πραγματική απώλεια από το υδατικό ισοζύγιο μιας υδρολογικής λεκάνης (Παπούλιας, 1975).

Ο Hirata (1929) από (Παπούλιας, 1975) παρατηρεί ότι αύξηση της απορροής μετά την υλοτομία του δάσους ισούται με την υδατοσυγκράτηση που θα λάμβανε χώρα εάν υπήρχε το δάσος.

Ο Kittredge (1948) από (Παπούλιας, 1975) θεωρεί την υδατοσυγκράτηση μια πραγματική απώλεια η οποία θα έφτανε στο έδαφος για να απορρεύσει επιφανειακά ή να διηθηθεί.

Ο Law (1956) από (Παπούλιας, 1975) στηριζόμενος στην ίδια παραδοχή, συνιστά την μετατροπή των αειφύλλων κωνοφόρων ειδών δασών σε φυλλοβόλα πλατύφυλλα, όταν ενδιαφέρει η αύξηση της απορροής.

Ο Delfs (1967) από (Παπούλιας, 1975) υποστηρίζει ότι οι διαφορές στο υδατικό ισοζύγιο μεταξύ ερυθρελάτης και οξιάς, οφείλονται στη διαφορά υδατοσυγκράτησης μεταξύ των δύο ειδών. Σε δάσος οξιάς η απορροή ήταν 200mm μεγαλύτερη από ότι σε δάσος ερυθρελάτης ,ποσότητα που κατά τον Delfs αντιστοιχεί στην διαφορά υδατοσυγκράτησης.

Υπάρχει όμως και η αντίθετη άποψη, ότι δηλαδή η υδατοσυγκράτηση δεν αποτελεί πραγματική υδατική απώλεια αλλά μια μορφή μεταφοράς της υγρασίας προς την ατμόσφαιρα, η οποία να δε λάβει χώρα στην επιφάνεια της βλάστησης θα λάβει μέσω αυτής ως διαπνοή.

Σε κάθε περίπτωση απαιτείται η ίδια ενέργεια (590 cal/γρ νερού) Παπούλιας (1974).

Όταν η βροχή πέφτει πάνω σε ένα δασικό οικοσύστημα, ένα μέρος του νερού συγκρατείται από την κομοστέγη και εξατμίζεται. Το υπόλοιπο περνώντας μέσα από την κομοστέγη εκπλύνει διάφορα θρεπτικά στοιχεία τα οποία φτάνουν στο έδαφος (Reynold και Henderson 1967, Νικολαΐδης και Παπούλιας 1981, Miller 1984, Attiwill και Leeper 1987, Αλιφραγκής 1995).

Η υδατοσυγκράτηση της κομοστέγης ενός οικοσυστήματος εξαρτάται κυρίως από τα χαρακτηριστικά της δασοσυστάδας (είδος, μορφή, πυκνότητα) και τα



χαρακτηριστικά της βροχής. Στα κωνοφόρα η υδατοσυγκράτηση ως ποσοστό επί του συνόλου της βροχής είναι μεγαλύτερη από αυτή των πλατυφύλλων στα οποία η υδατοσυγκράτηση, λόγω απώλειας των φύλλων, κατά τους χειμερινούς μήνες είναι μικρή (Forgeard και συν. 1980, Cape και συν. 1991).

Διάφοροι ερευνητές δίνουν διαφορετικές τιμές υδατοσυγκράτησης για τα διάφορα δασοπονικά είδη όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 15: Ποσοστό υδατοσυγκράτησης για διάφορα οικοσυστήματα

Δασοπονικό είδος	Ποσοστό %	Πηγή
<i>Quercus conferta</i>	8	Παπούλιας και Νικολαΐδης (1979)
<i>Quercus cerris</i>	7	Mugnossa και συν. (1988)
<i>Quercus petraea</i>	29	Nizinski και Saugier (1989)
<i>Quercus suber</i>	4	Almeida και συν. (1990)
<i>Pinus brutia</i>	30	Παπούλιας (1976)
<i>Pinus radiata</i>	13	Huber και Oyarzum (1990)
<i>Pinus rigitaeda</i>	18	Kim και Woo (1988)
<i>Pinus walliciana</i>	21	Singh και Gupta (1987)
<i>Picea sitchensis</i>	28	Johnson (1990)
<i>Picea mariana</i>	19	Mahendrappa και Ogden (1973)
<i>Fagus sylvatica</i>	18	Pontailier και συν. (1988)
<i>Eucalyptus [Mysore]</i>	11	George (1978)
<i>Cedrus deodora</i>	25	Singh και συν. (1983)
<i>Salix aquatica</i>	31	Ettala (1988)
Κωνοφόρα	34	Freedman και Prager (1986)
Πλατύφυλλα	22	Freedman και Prager (1986)
Πλατύφυλλα	16	Kim και Woo (1988)

Πίνακας 16 : Ποσοστό διαπερώσας βροχής σε διάφορα οικοσυστήματα

Δασικό είδος	Ηλικία συστάδας (έτη)	Ποσοστό %	Πηγή
<i>Pinus sylvestris</i>	-	51-78	Cape και συν. (1991)
<i>Pinus sylvestris</i>	35	80	Santa-Regina και συν. (1989)
<i>Pinus taeda</i>	23	72	Switzer και συν (1988)
<i>Pinus radiata</i>	-	73	Huber και Oyarzum (1990)
<i>Pinus walliciana</i>	20	76	Singh και Gupta (1987)
<i>Pinus nigra</i>	40	75	Τσιόντης (1991)
<i>Quercus petraea</i>	120	65	Nizinski και Saugier (1989)
<i>Picea mariana</i>	73	77	Verry και Timmons (1977)
<i>Picea abies</i>	-	63-71	Cape και συν. (1991)
<i>Picea sitchensis</i>	50	69	Johnson (1990)
<i>Picea mariana</i>	55-60	80	Mahendrappa και συν. (1973)
<i>Fagus sylvatica</i>	110	78	Pontailier και συν. (1988)
<i>Eucalyptus [Mysore]</i>	6	81	George (1978)
<i>Salix aquatica</i>	-	67	Ettala (1988)
<i>Cedrus deodara</i>	35	72	Singh και συν. (1983)
<i>Juniperus sp</i>	-	73	Botman (1974)
Κωνοφόρα	-	66	Freedman και Prager (1986)
Πλατύφυλλα	-	75	Freedman και Prager (1986)
Πλατύφυλλα	-	72-75	Cape και συν. (1991)

Εάν όμως το δάσος δεν επηρεάζει το ύψος της βροχής, επειδή παρεμβάλλεται μεταξύ της ατμόσφαιρας και του εδάφους ασκεί σημαντική επίδραση στα νερά που πέφτουν πάνω σε αυτό και στην απορροή τους. Έτσι ένα σημαντικό μέρος από τα νερά των βροχών που φθάνει στην κομοστέγη του δάσους συγκρατείται πάνω σ' αυτή και εξατμίζεται χωρίς να φθάσει ποτέ στο έδαφος. Το ποσοστό του νερού που συγκρατείται από την κομοστέγη εξαρτάται από το δασοπονικό είδος, την ηλικία, την πυκνότητα και τη δομή της συστάδας και από την ένταση και διάρκεια της βροχής.

Πίνακας 17: Η μέγιστη δυνατότητα υδατοσυγκράτησης (κορεσμού) της κομοστέγης στα διάφορα δασοπονικά είδη είναι (από Ντάφη, 1986) :

Είδος	Υδατοσυγκράτηση σε mm	Πηγή
<i>Abies grandis</i>	3,1 mm	Aussenac, (1968)
<i>Picea abies</i>	3,1 mm	Aussenac, (1968)
<i>Pinus silvestris</i>	3,0 mm	Aussenac, (1968)
<i>Fagus silvatica</i>	1,9 mm (θέρος)	Aussenac, (1968)
<i>Quercus petraea</i>	1,6 mm (θέρος)	Schnock, (1970)
<i>Quercus petraea</i>	0,8 mm (χειμώνας)	Schnock, (1970)

Με την ένταση και τη διάρκεια της βροχής το ποσοστό του νερού που συγκρατείται από την κομοστέγη μειώνεται σημαντικά. Επίσης εξαρτάται και από την ταχύτητα του ανέμου. Ισχυροί άνεμοι ανακινούν τα κλαδιά της κόμης των δένδρων με αποτέλεσμα να «αποτινάζεται» το νερό που κρατήθηκε στην

κόμη και να φθάνει στο έδαφος. Σε ετήσια βάση και κατά μέσο το ποσοστό του νερού των βροχών που διακρατείται από την κομοστέγη του δάσους κυμαίνεται από 10-50% και φθάνει τα 10-15% στα πλατύφυλλα και (20) 30-40 (50)% στα κωνοφόρα. Το ποσοστό αυτό εξαρτάται επίσης από την πυκνότητα και δομή των συστάδων και συνεπώς μέσα σε ορισμένα όρια μπορεί να ρυθμιστεί με καθαρά δασοκομικά μέτρα.

Αυτή είναι μια αρνητική επίδραση του δάσους στην υδατική του οικονομία. Ορισμένοι ισχυρίζονται ότι η αρνητική αυτή επίδραση αίρεται εν μέρει από τη μείωση της διαπνοής. Ο ισχυρισμός αυτός δεν ευσταθεί γιατί η εξάτμιση του νερού που διακρατείται στην κομοστέγη γίνεται πολύ γρήγορα και ακόμα κατά τη διάρκεια της η διαπνοή δεν μειώνεται περισσότερο από 20%.

Από το νερό της βροχής, που φθάνει μέχρι το έδαφος, ένα μέρος (5-20%) εξατμίζεται από αυτό, ένα μικρό μέρος απορρέει επιφανειακά και το μεγαλύτερο μέρος διηθείται μέσα στο έδαφος. Από το νερό που διηθείται μέσα στο έδαφος ένα σημαντικό μέρος καταναλίσκεται από τα δασικά δένδρα (15-30%), ένα μέρος συγκρατείται από το έδαφος και το υπόλοιπο απορρέει μέσα από το έδαφος και εμπλουτίζει τα φρεάτια ύδατα.

Το ποσό του νερού που καταναλίσκεται με τη διαπνοή από τα δασικά δένδρα φθάνει, όπως ειπώθηκε ήδη, τα 100- 450 mm βροχής. Αν σε αυτό προσθέσουμε και το νερό που διακρατείται από την κομοστέγη καθώς και το νερό που διαπνέεται από την υποβλάστηση ή εξατμίζεται από το έδαφος, έχουμε τη συνολική εξατμισοδιαπνοή του δάσους. Το ύψος της εξατμισοδιαπνοής του δάσους όταν συγκρίνεται με το αντίστοιχο από άλλες φυτοκοινωνίες ή με το

γυμνό εδάφους είναι σχετικά μεγαλύτερο, όπως φαίνεται και από τον παρακάτω πίνακα.

### **Κορμοαπορροή**

Το μέγεθος της κορμοαπορροής εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά της βροχής (τύπο και ένταση), το δασοπονικό είδος (κωνοφόρα ή πλατύφυλλα), την εποχή του έτους, το σχήμα και το μέγεθος της κομοστέγης και το είδος του φλοιού, καθώς και την αρχιτεκτονική της κόμης των δέντρων ( Leyton και συν. 1968, Αλιφραγκής 1984, Attiwill και Leeper 1987, Τσιόντης 1991).

Η κορμοαπορροή είναι μικρότερη στα κωνοφόρα από ότι στα πλατύφυλλα. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι τα κωνοφόρα έχουν μεγαλύτερη βιομάζα φύλλων από ότι τα πλατύφυλλα, ενώ παράλληλα τη διατηρούν όλο το χρόνο καθώς και στη διάταξη των κλαδιών και στο είδος του φλοιού. Στα φυλλοβόλα είδη η κορμοαπορροή είναι μεγαλύτερη το χειμώνα (Τάντος 1997). Στον παρακάτω πίνακα δίνεται το ποσοστό της κορμοαπορροής επί του συνόλου της βροχής που πέφτει σε διάφορα οικοσυστήματα όπως δίνεται στη βιβλιογραφία.

Πίνακας 18: Ποσοστό κορμοαπορροής σε διάφορα οικοσυστήματα

Δασοπονικό είδος	Ποσοστό %	Πηγή
<i>Pinus sylvestris</i>	6-15	Cape και συν. (1991)
<i>Pinus walliciana</i>	3	Singh και Gupta (1987)
<i>Pinus nigra</i>	3	Τσιόντης 1991
<i>Quercus prinus</i>	8	Potter (1991)
<i>Quercus serris</i>	7	Mugnossa και συν. (1988)
<i>Quercus petraea</i>	1	Nizinski και Saugier (1989)
<i>Quercus suber</i>	1	Almeida και συν. (1990)
<i>Picea sitchensis</i>	3	Johnson (1990)
<i>Picea mariana</i>	1	Mahendrappa και Ogden (1973)
<i>Fagus sylvatica</i>	4	Pontailier και συν. (1988)
<i>Eucalyptus globulus</i>	2	Almeida και συν. (1990)
<i>Eucalyptus [Mysore]</i>	8	George (1978)
<i>Cedrus deodara</i>	3	Singh και Gupta (1987)
<i>Salix aquatica</i>	2	Ettala (1988)
<i>Juniperus sp</i>	1	Botman (1974)
Κωνοφόρα	1	Freedman και Prager (1986)
Πλατύφυλλα	3	Freedman και Prager (1986)

### 2.3.14. Δάσος και ποιότητα νερού

Πέρα όμως από τη ρυθμιστική του επίδραση στην απορροή του νερού, το δάσος με το έδαφός του, δρα σαν ένα φυσικό φίλτρο και βελτιώνει σημαντικά την ποιότητα του νερού που απορρέει από αυτό.

Σε όλο τον κόσμο και ιδιαίτερα στις βιομηχανικά αναπτυγμένες χώρες υπάρχει μια έντονη κρίση πόσιμου νερού. Υπάρχουν χώρες που πνίγονται μέσα στο νερό όπως η Ολλανδία, αλλά δεν έχουν νερό να πιουν. Αυτό οφείλεται στη ρύπανση των αποθεμάτων γλυκών νερών των ποταμών και λιμνών αλλά και στη ρύπανση και μόλυνση των υπόγειων υδάτων από την αλόγιστη χρήση χημικών ουσιών - εντομοκτόνα, ζιζανιοκτόνα, μυκητοκτόνα, λιπάσματα κ.λ.π. - από τη γεωργία. Έτσι σήμερα τα μόνο νερά που μπορούν να αποδοθούν σε άμεση αστική χρήση χωρίς πολυδάπανη επεξεργασία είναι τα νερά που προέρχονται από πηγές δασών. Το νερό που περνάει και φιλτράρεται από το έδαφος του δάσους είναι ποιοτικά ανώτερο από εκείνο που προέρχεται από ακάλυπτες ή γεωργικές εκτάσεις από κάθε άποψη: οργανοληπτική, φυσικοχημική, ραδιενεργό και βακτηριολογική. Από οργανοληπτική άποψη η βελτίωση του νερού που προέρχεται από δάσος, συνίσταται στην καλύτερη διαύγεια, την καλύτερη γεύση, την εξαφάνιση οσμής (άοσμο), στην έλλειψη χρώματος. Από χημική άποψη το νερό που προέρχεται από δάσος έχει ευνοϊκότερη αντίδραση pH, μειωμένη συγκέντρωση αμμωνιακών και νιτρικών αλάτων και μια περιεκτικότητα μεγαλύτερη σε ωφέλιμα ιόντα ορυκτών ουσιών (Nicolaienko, 1973, Molcanov, 1973) (από Micherlich, 1981). Ιδιαίτερη σημασία έχει η αντιβακτηριολογική επίδραση του δάσους.



Ιδιαίτερα ευνοϊκή επίδραση στην ποιότητα του νερού ασκούν τα δάση οξιάς. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι κατά την αποσύνθεση της φυλλάδας της οξιάς δημιουργούνται χημικές ουσίες που δεν επηρεάζουν την ποιότητα του νερού. Για αυτό τα δάση οξιάς είναι τα κατ' εξοχήν κατάλληλα για δημιουργία αποθεμάτων πόσιμου νερού.

Σημαντικό ρόλο παίζει επίσης εκτός από τη σύνθεση του δάσους και ο δασοκομικός χειρισμός.

Έτσι οι αποψιλωτικές υλοτομίες δεν υποβαθμίζουν μόνο την παραγωγικότητα του εδάφους, μετά από αποψιλωτική υλοτομία χάνονται 50-60 kg αζώτου στο Ha αλλά υποβαθμίζεται και η ποιότητα του νερού (Ντάφης, 1986).

Η θερμοκρασία του αυξάνει το θέρους, η διαύγειά του ελαττώνεται, αυξάνονται τα αμμωνιακά άλατα και η οργανική ουσία. Επίσης αυξάνεται και ο αριθμός των σπορίων κολοβακτηρίων.

Η δυνατότητα μικροβιολογικού, χημικού και φυσικού φιλτραρίσματος του νερού μέσα στο δασικό έδαφος είναι τεράστιες. Αυτό εξηγείται από τις παρακάτω ιδιότητες του δασικού εδάφους. Μεγάλο πορώδες, αυξημένη υδατοδιαπερατότητα, ευνοϊκός αερισμός που ευνοεί τη δραστηριότητα των μικροοργανισμών, αφθονία σε ορυκτό συστατικά που βρίσκονται σε κατάσταση κολοειδών. Κατά συνέπεια η βιολογική δραστηριότητα στα δασικά εδάφη είναι εξαιρετικά μεγάλη. Για αυτό στο μέλλον όλο και περισσότερα δάση θα χρησιμοποιούνται σαν μέσα απορρύπανσης και αντιμικροβιολογικό φίλτρο για τα νερά των πηγών (Ντάφης, 1986).

### 3. Αποτελέσματα

#### 3.1 Υπάρχουσες συνθήκες

Τα αποτελέσματα που παρατίθενται στη συνέχεια προκύπτουν από:

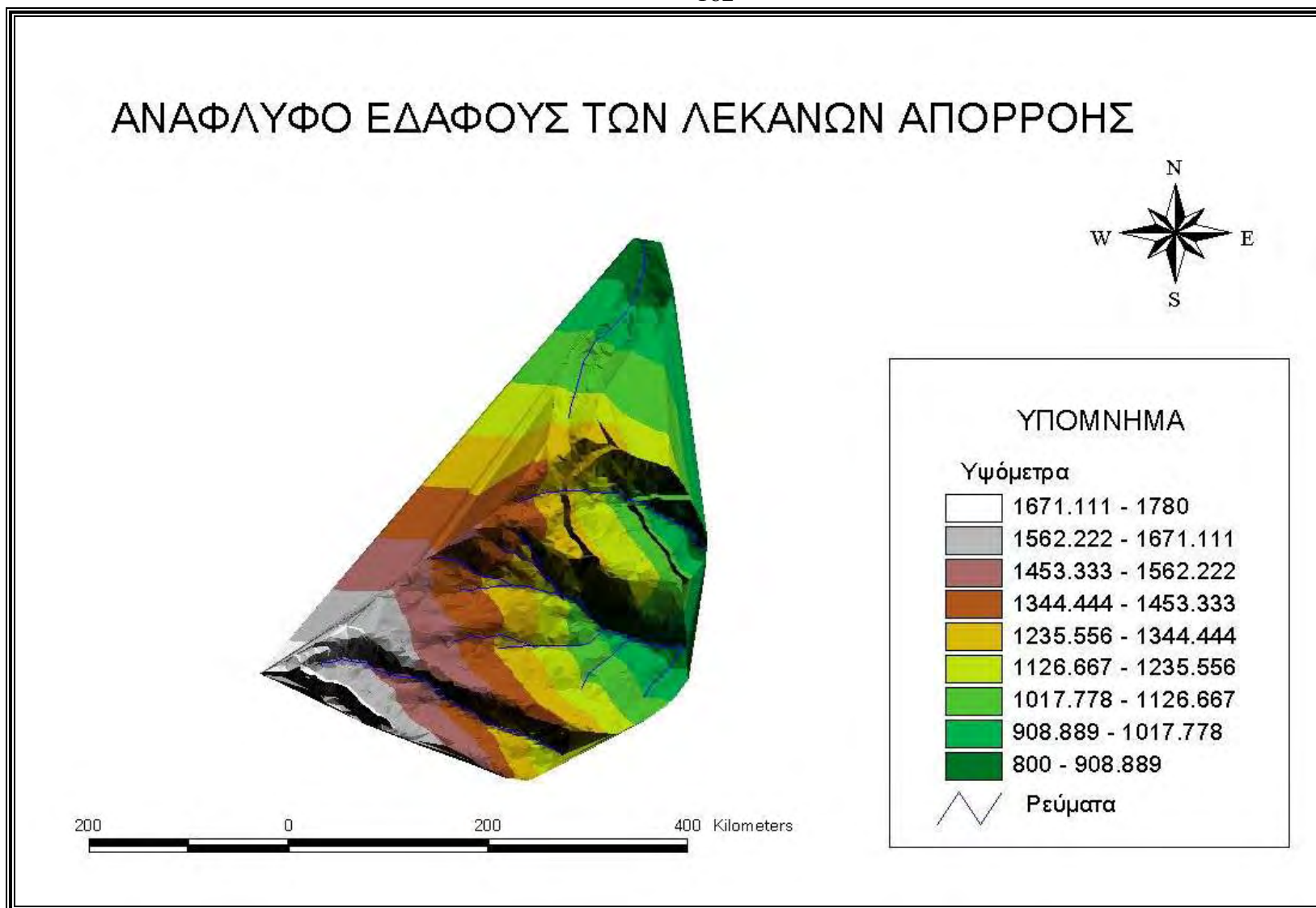
- ✓ Τη διαχειριστική μελέτη του Δημόσιου Δασικού Συμπλέγματος των Αγράφων, περιόδου 1998-2007
- ✓ Το δασοπονικό χάρτη της μελέτης
- ✓ Τις αεροφωτογραφίες της περιοχής (έκδοση 1987)
- ✓ Τον χάρτη της Γ.Υ.Σ. φύλλα Μουζακίου και Αγράφων, κλίμακας 1:50.000 (έκδοση 1971)
- ✓ Την Ειδική Περιβαλλοντική Μελέτη (Ε.Π.Μ) της περιοχής λίμνης Ν. Πλαστήρα νομού Καρδίτσας (1998)
- ✓ Τους χάρτες της μελέτης
- ✓ Την έκθεση life της περιοχής λίμνης Ν. Πλαστήρα νομού Καρδίτσας (έτος 1994-1995)
- ✓ Από επιτόπιες παρατηρήσεις

#### 3.3.1 Τοπογραφική διαμόρφωση - Ανάγλυφο

Η περιοχή μελέτης καλύπτει στο σύνολό της ορεινή έκταση, που βρίσκεται δυτικά της λίμνης Πλαστήρα.

Εκτείνεται από υψόμετρα 800 έως 1780 m. Περιλαμβάνει κοιλώματα, ρεύματα, κατώτερες, μεσαίες και ανώτερες θέσεις στις πλαγιές καθώς και κορυφές, ράχες, υδροκρίτες στις διάφορες πτυχώσεις της οροσειράς της Πίνδου. Στην εικ.17 φαίνεται το ανάγλυφο εδάφους των λεκανών απορροής (ψηφιοποιημένο).

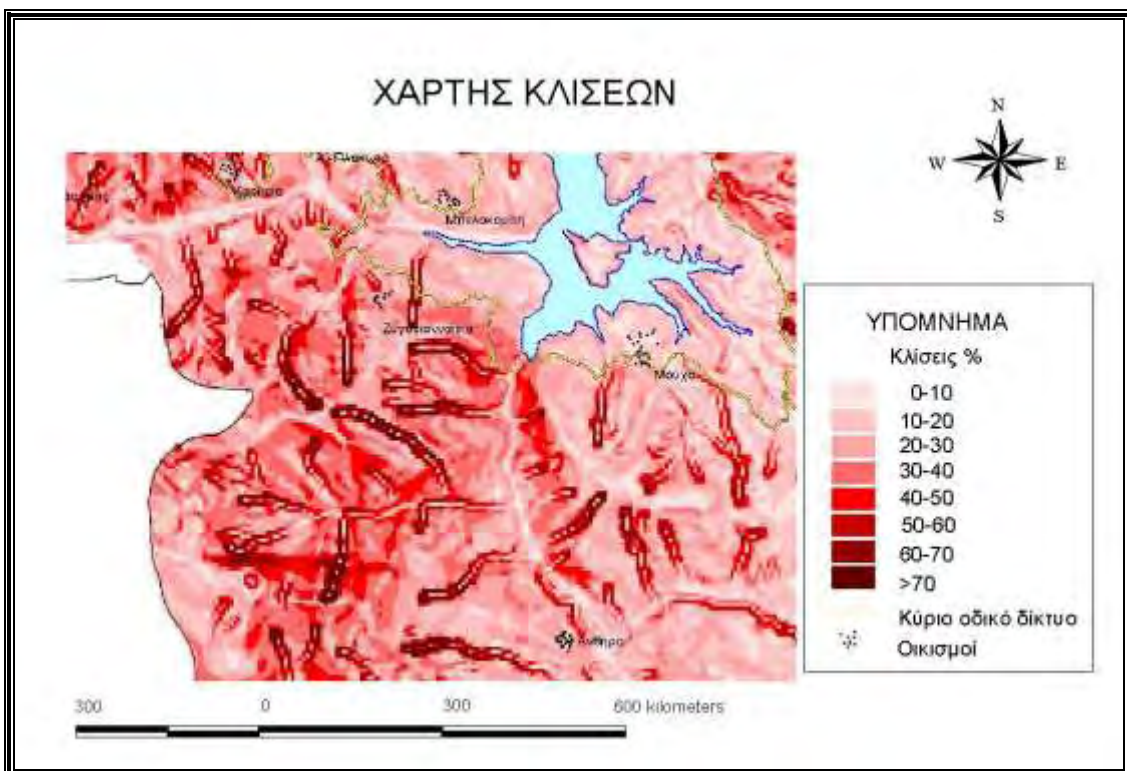
## ΑΝΑΦΛΥΦΟ ΕΔΑΦΟΥΣ ΤΩΝ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΟΗΣ



Εικόνα 17: Ανάγλυφο εδάφους των λεκανών απορροής

Οι εκθέσεις στον ορίζοντα, που κυριαρχούν είναι ΒΑ, Β, Α, ΝΑ, ΝΔ και κατά μικροθέσεις δυτικές.

Οι κλίσεις είναι γενικά έντονες και κυμαίνονται από 35 έως 80%. Πρόκειται συνολικά για ένα πολύμορφο και πολυσχιδές ανάγλυφο, γεγονός βέβαια που αποτυπώνεται με ακρίβεια στη μορφή, σύνθεση, αυξητική πορεία και δυναμική της βλάστησης. Στην εικ. 18 φαίνονται οι κλίσεις στην ευρύτερη περιοχή της περιοχής έρευνας.



Εικόνα 18: Χάρτης κλίσεων ευρύτερης περιοχής μελέτης (απόσπασμα από την Ειδική Περιβαλλοντική Μελέτη περιοχής λίμνης Ν. Πλαστήρα νομού Καρδίτσας, ΕΠΕΜ, 1998)

### 3.1.2 Γεωλογία - Έδαφος

Το γεωλογικό υπόστρωμα αποτελείται από φαμμιτικούς φλύσχες, του δυτικού τμήματος της γεωτεκτονικής ζώνης της Πίνδου, με κατά θέσεις εξάρσεις σκληρού ασβεστόλιθου.

## ΖΩΝΗ ΠΙΝΔΟΥ

**f<sub>6</sub>:** **Φλύσχης** παρουσιάζεται κυρίως στα ανατολικά λείπια του φύλλου και καταλαμβάνει συνήθως τα εσωτερικά των συγκλίνων. Έντονα πτυχωμένος, είναι αδύνατον να υπολογισθεί το πάχος του σ' αυτό το τμήμα. Βορειότερα χρονολογήθηκε στο Παλαιόκαινο-Ανώτερο Ηώκαινο. Αποτελείται από εναλλαγές φαμμιτών, ασβεστικών φαμμιτών και αργιλικών σχιστολίθων και σχηματίζουν πάγκους μέχρι και 2m πάχος. Είναι δύσκολος ο υπολογισμός του πάχους, λόγω της έντονης τεκτονικής του. Ορατά πάχος 350m περίπου, κατά θέσεις ξεπερνάει τα 1000m. Στην εικ. 19 φαίνεται ο υδρολιθολογικός χάρτης της ευρύτερης περιοχής μελέτης.



Εικόνα 19: Υδρολιθολογικός χάρτης ευρύτερης περιοχής μελέτης (απόσπασμα από την Ειδική Περιβαλλοντική Μελέτη περιοχής λίμνης Ν. Πλαστήρα νομού Καρδίτσας, ΕΠΕΜ, 1998)

### **ΑΝΩΤΕΡΟ ΜΑΙΣΤΡΙΧΙΟ - ΚΑΤΩΤΕΡΟ ΠΑΛΑΙΟΚΑΙΝΟ**

**Kg.Pc:** Στρώματα μεταβιβάσεως εναλλαγές πάγκων ανοιχτόχρωμων πελαγικών ασβεστολίθων, με κλασικούς ορίζοντες (ψαμμίτες I και ιλυόλιθοι), που περιέχουν στην κορυφή θραύσματα βενθικής πανίδας (τρηματοφόρα). Πάχος 20-50m.

**K<sub>8-9</sub><sup>k</sup> :** Πλακώδεις ασβεστόλιθοι πελαγικοί ασβεστόλιθοι, ανοιχτόχρωμοι σε λεπτούς πάγκους, πλούσιοι σε κονδύλους και ενστρώσεις πυριτολίθων. Οι λατυποπαγείς πάγκοι είναι συχνοί κυρίως στην κορυφή του σχηματισμού. Ηλικία: κατώτερο Σαντώνιο. Πάχος: 200m.

Το αποτέλεσμα της εδαφογένεσης είναι η δημιουργία ορφνών δασικών εδαφών με δομή και σύνθεση αργιλλοπηλώδη έως αργιλλώδη.

Τα εδάφη εμφανίζονται βαθιά έως μέτρια βαθιά, με περιορισμένες κατά θέσεις και εκθέσεις τις δυσμενείς από τη διάβρωση επιδράσεις.

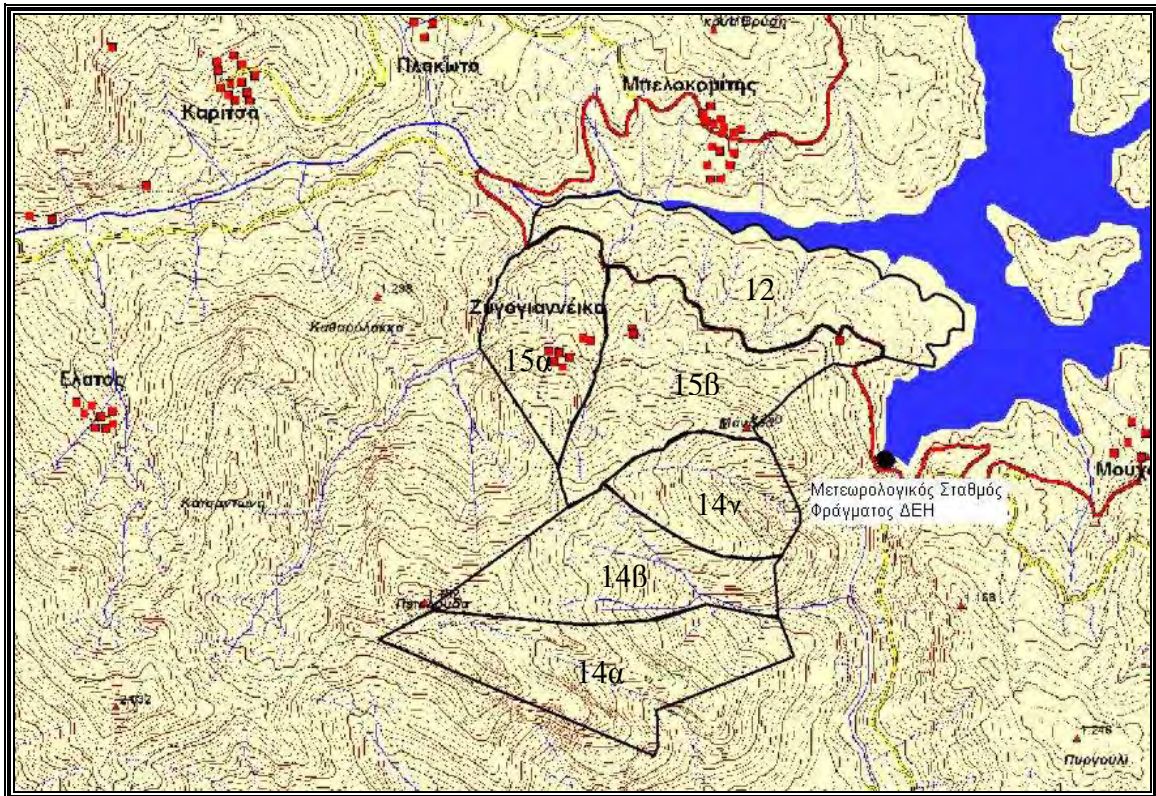
Σε πλαγιές με μεγάλες κλίσεις σε ράχες, σε νότιες, νοτιοδυτικές εκθέσεις και κυρίως στις θέσεις όπου το μητρικό πέτρωμα είναι ο ασβεστόλιθος, παρατηρούνται έντονα φαινόμενα διάβρωσης, συμπίεσης και γενικά υποβάθμισης του εδάφους, εξαιτίας της υπερβόσκησης και των άλλων αλόγιστων χρήσεων και επεμβάσεων. Στην εικ. 20 απεικονίζεται ο γεωλογικός χάρτης της ευρύτερης περιοχής έρευνας.



Εικόνα 20: Γεωλογικός χάρτης ευρύτερης περιοχής μελέτης (απόσπασμα από την Ειδική Περιβαλλοντική Μελέτη περιοχής λίμνης Ν. Πλαστήρα νομού Καρδίτσας, ΕΠΕΜ, 1998)

### 3.1.3. Κλίμα

Για τον προσδιορισμό των κλιματικών συνθηκών που επικρατούν σήμερα στη περιοχή έρευνας λάβαμε υπόψη μας τα στοιχεία του Μετεωρολογικού Σταθμού του φράγματος Ν. Πλαστήρα, εξαιτίας της εγγύτητας του στην περιοχή έρευνας. Στην εικ. 21 που ακολουθεί φαίνεται η θέση του μετεωρολογικού σταθμού σε σχέση με την περιοχή έρευνας.



Εικόνα 21: Η θέση του μετεωρολογικού σταθμού του Φράγματος σε σχέση με την περιοχή έρευνας.

Από την επεξεργασία των στοιχείων όπως φαίνεται και από τους πίνακες που ακολουθούν παραθέτουμε τα εξής:

Πίνακας 19: Μετεωρολογικά στοιχεία Φράγματος Ν. Πλαστήρα (1995-2005)

Μέση ετήσια θερμοκρασία	11,75 <sup>0</sup> C
Ελάχιστη θερμοκρασία	-4,0 <sup>0</sup> C
Μέγιστη θερμοκρασία	30,0 <sup>0</sup> C
Μέση θερμοκρασία ψυχρότερου μήνα	-0,24 <sup>0</sup> C
Μέση θερμοκρασία θερμότερου μήνα	28,84 <sup>0</sup> C
Μέση ελάχιστη θερμοκρασία μήνα	6,88 <sup>0</sup> C
Μέση μέγιστη θερμοκρασία μήνα	16,23 <sup>0</sup> C



Οι άνεμοι είναι Β-ΒΑ. Χιονοπτώσεις έχουμε τους χειμερινούς μήνες που τροφοδοτούν το έδαφος με νερά, τα οποία εξασφαλίζουν τη σταθερή παροχή των διαφόρων πηγών που υπάρχουν στο δάσος και τη συνεχή διατήρηση του βαθμού υγρασίας του εδάφους τους καλοκαιρινούς μήνες.

Η μέση ετήσια θερμοκρασία αέρα είναι 11,75<sup>0</sup>C.

Το βροχομετρικό πηλίκο του Emberger προκύπτει από τον τύπο:

$$Q = \frac{1000P}{\frac{(M + m)(M - m)}{2}}, \text{ όπου:}$$

P= ετήσια βροχόπτωση σε mm

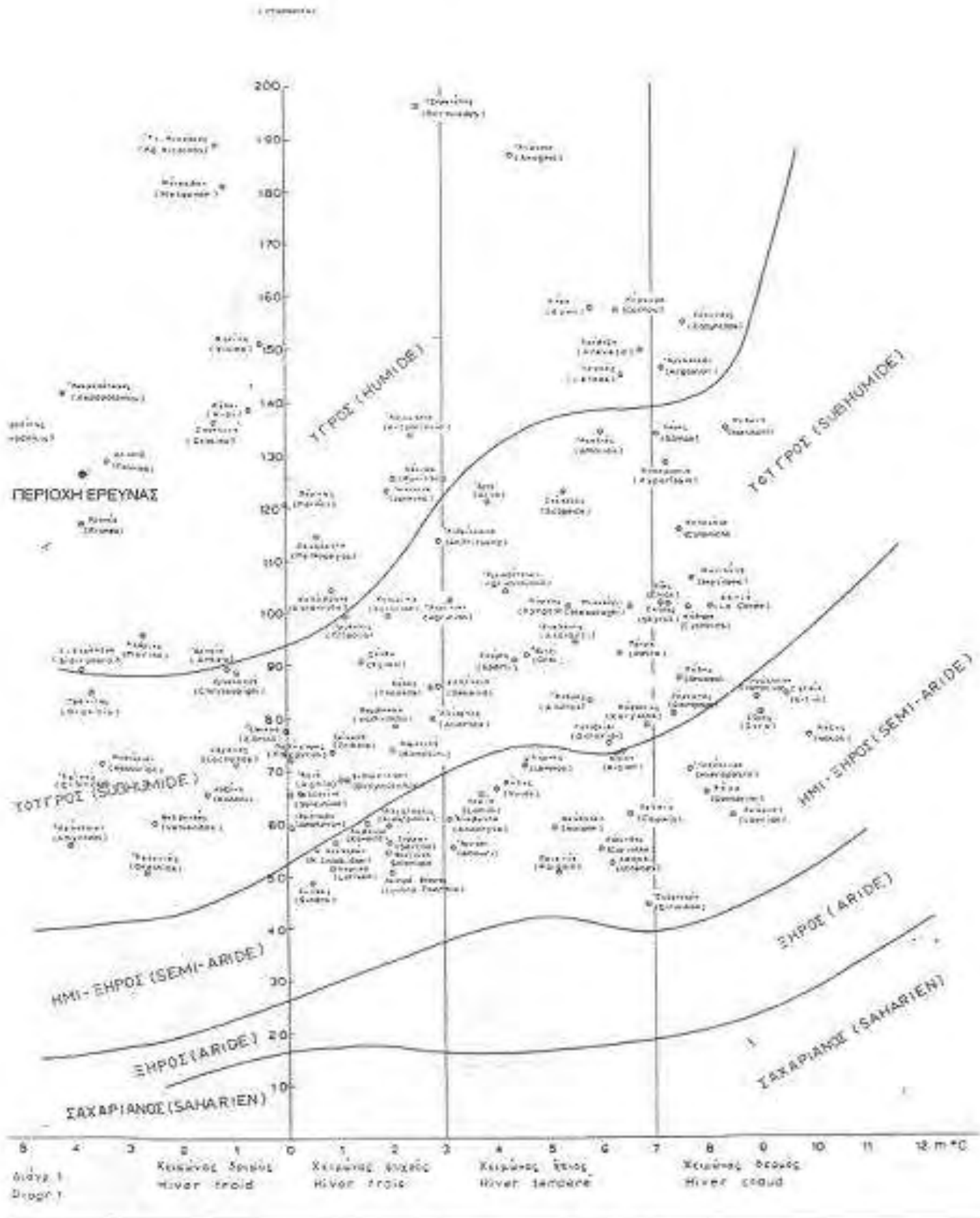
M= μέσος όρος των μέγιστων θερμοκρασιών του θερμότερου μήνα σε απόλυτους βαθμούς (-273,2<sup>0</sup>C=0<sup>0</sup>K)

m=μέσος όρος των ελάχιστων θερμοκρασιών του ψυχρότερου μήνα σε απόλυτους βαθμούς

και για τα δεδομένα της περιοχής έρευνας γίνεται:

$$Q=(1000*1226,7)/[(303,2+269,2)/2]*(303,2-269,2)]=126,06$$

Γενικά, το κλίμα της περιοχής κατά EMBERGER (Μαυρομάτης 1980) και σύμφωνα με τα κλιματολογικά στοιχεία του μετεωρολογικού Σταθμού του Φράγματος Ν. Πλαστήρα χαρακτηρίζεται σαν μεσογειακό, το οποίο ανήκει στον υγρό βιοκλιματικό όροφο με δριμύ χειμώνα και φαίνεται στην εικ. 22 που ακολουθεί.

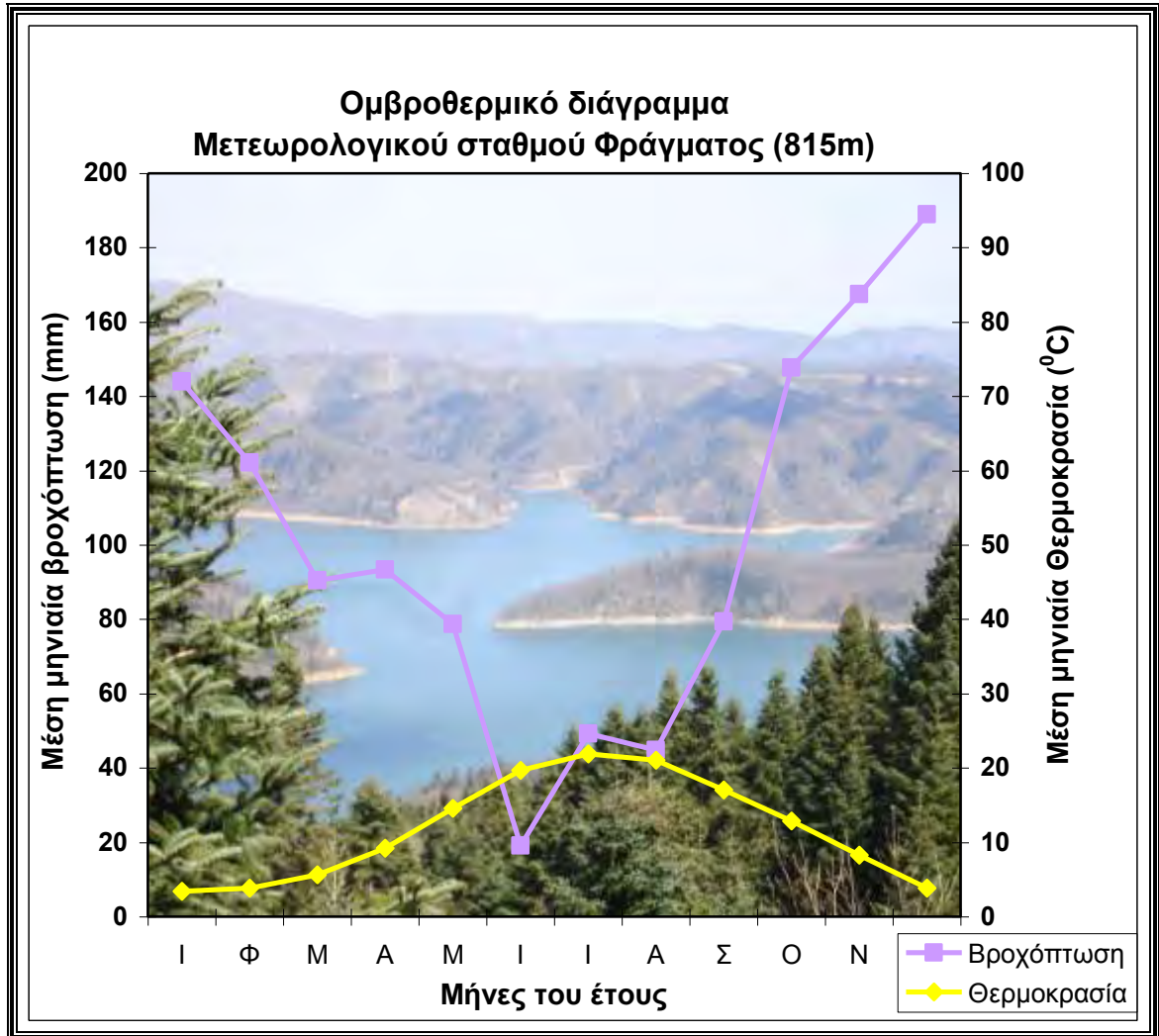


Εικόνα 22: Κλιματικό διάγραμμα Emberger ( Μαυρομάτης, 1980)

### **Συνδυασμός Κλιματικών Συνθηκών**

Από την επεξεργασία των στοιχείων του μετεωρολογικού σταθμού της ΔΕΗ (στο φράγμα Ταυρωπού και σε υψόμετρο 815 m) για την περίοδο 1995-2005 και όπως προκύπτει από το ομβροθερμικό διάγραμμα, η ξηροθερμική περίοδος εμφανίζεται από φαίνεται από αρχές Μαΐου έως αρχές Ιουλίου.

Το ομβροθερμικό διάγραμμα που ακολουθεί (εικ. 23) συντάχθηκε με τη μέθοδο Bagnoulis-Gausson (Μαυρομάτης 1980).



Εικόνα 23: Ομβροθερμικό διάγραμμα του μετεωρολογικού σταθμού λίμνης Ν. Πλαστήρα για την περίοδο 1995-2005 σε υψόμετρο 815m.

Πίνακας 21: Μέσα μηνιαία ύψη βροχής σε mm (1995-2005)

ΕΤΗ	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ	ΣΥΝ
1995	177,00	95,00	174,00	104,50	65,00	52,50	109,00	55,00	149,50	78,00	118,00	318,00	1495,50
1996	160,50	250,50	69,00	55,00	42,50	3,00	37	105,50	137,80	226,50	191,00	188,50	1466,80
1997	322,50	31,50	96,00	108,30	153,00	7,00	0	53,50	42,00	210,00	223,50	277,00	1524,30
1998	14,50	41,00	70,70	21,00	207,00	42,00	0	44,20	82,50	57,50	324,50	295,00	1199,90
1999	109,50	191,00	135,00	65,50	73,50	1,00	83,5	23,00	59,00	83,00	378,00	211,00	1413,00
2000	22,00	119,00	65,50	52,50	31,00	28,50	13,00	12,00	22,00	244,00	94,00	123,00	826,50
2001	178,50	130,00	77,00	178,00	70,80	0	28,00	52,00	32,50	55,00	141,50	0	943,30
2002	42,00	28,00	113,50	209,50	26,00	7,00	113,00	73,50	189,90	87,00	101,00	242,00	1232,40
2003	345,00	150,00	0	80,50	30,00	39,00	25,00	51,00	62,00	337,00	63,50	0	1183,00
2004	129,00	42,00	77,50	107,00	74,50	6,00	132,50	20,50	73,50	161,50	59,50	158,00	1041,50
2005	83,00	266,50	116,00	44,50	92,00	23,00	0	5,50	22,50	85,00	147,00	282,00	1167,5
M.O	143,95	122,23	90,38	93,30	78,66	19,00	49,18	45,06	79,34	147,68	167,41	188,95	1226,7

Πίνακας 22: Μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες σε °C (1995-2005)

ΕΤΗ	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ	Μ.Ο
1995	3	6	6	9	14	20	21	20	18	12	6	8	11,92
1996	3	3	3	8	16	20	21	21	16	12	10	6	11,58
1997	4	3	3	5	15	20	22	19	16	12	7	4	10,83
1998	4	5	3	11	12	19	22	22	15	12	8	1	11,17
1999	3	3	6	10	16	20	22	23	17	15	8	6	12,42
2000	-1	3	5	13	15	19	22	22	18	13	11	6	12,17
2001	4	3	12	10	15	19	23	22	19	14	7	-1	12,25
2002	1	7	8	9	14	21	22	20	16	13	10	4	12,08
2003	4	-2	3	8	16	20	22	21	16	14	3	0	10,42
2004	11,1	3,8	6,2	9,6	12,6	18,3	20,9	20,8	16,9	14,7	8,1	4,9	12,33
2005	1,8	0,85	6,2	8,3	14,6	18	22	20,4	18	9,4	7,2	3,3	10,84
Μ.Ο	3,44	3,8	5,58	9,17	14,58	19,66	21,9	21,01	17	12,83	8,22	3,84	11,75

Πίνακας 23: Μέγιστες μηνιαίες θερμοκρασίες σε °C (1995-2005)

ΕΤΗ	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ	Μ.Ο
1995	5	11	10	14	20	27	27	25	24	17	10	9	16,58
1996	6	6	6	13	22	26	28	27	22	15	14	9	16,17
1997	7	7	6	9	21	26	30	25	21	17	10	7	15,5
1998	7	10	7	16	16	25	29	29	20	17	11	4	15,92
1999	7	7	10	15	21	27	28	29	23	20	11	9	17,25
2000	1	5	10	18	21	26	29	28	23	17	15	9	16,83
2001	7	7	17	14	20	26	30	29	25	20	11	1	17,25
2002	5	10	13	12	19	27	28	25	20	18	13	6	16,33
2003	6	0	6	11	22	26	29	27	22	19	4	0	14,33
2004	4,4	8,5	10	13,5	17,7	24,7	27,2	27,5	22,5	19,7	11,7	8,5	16,33
2005	5	3,5	10,5	12,6	20,3	24,6	29	27	23,8	18	11,1	6	15,95
Μ.Ο	5,49	7,54	9,59	13,5	19,98	25,75	28,84	27,13	22,37	17,99	11,07	7,32	16,23

Πίνακας 24: Ελάχιστες μηνιαίες θερμοκρασίες σε °C (1995-2005)

ΕΤΗ	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ	Μ.Ο
1995	1	2	2	4	8	13	15	14	12	6	1	3	6,75
1996	0	0	0	3	10	13	14	14	11	8	5	2	6,66
1997	1	1	0	1	10	13	15	13	10	6	5	2	6,41
1998	1	1	-1	5	8	13	15	16	10	8	4	-2	6,5
1999	0	1	2	5	10	14	16	17	12	10	5	3	7,91
2000	-3	0	1	8	10	13	15	16	12	8	7	2	7,41
2001	1	0	6	6	10	12	16	15	12	9	3	-1	7,41
2002	-2	3	4	5	9	15	16	14	12	9	6	1	7,66
2003	2	-4	-1	4	11	14	15	15	11	9	2	0	6,5
2004	-2,2	-0,9	2,4	5,7	7,6	12	14,5	14,2	11,3	9,8	4,5	1,3	6,68
2005	-1,4	-1,8	2	4,1	9	11,5	14,8	13,8	12,2	7,7	3,4	0,54	6,32
Μ.Ο	-0,24	0,11	1,58	4,62	9,33	12,77	14,94	14,71	11,38	8,23	4,17	1,08	6,88



### 3.1.4 Υπάρχουσα υποδομή

**Οδικό δίκτυο.** Την περιοχή έρευνας διασχίζουν δύο κύριοι οδικοί άξονες.

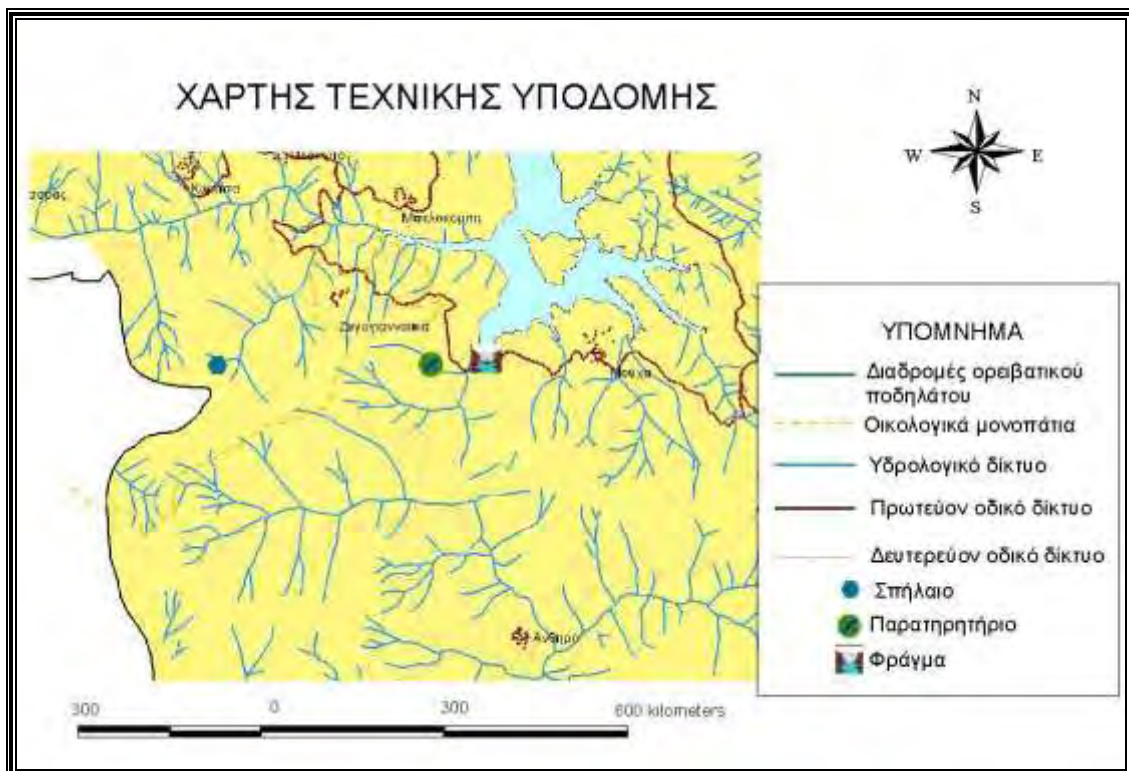
Ο κεντρικός, περιμετρικά της Λίμνης, ο οποίος μετά το χωριό Μπελοκομύτης κατεβαίνει προς τη βρύση Ακριβάκη και περνώντας το ρεύμα Λέορδας (Κυραιντάν) εισέρχεται στη περιοχή μελέτης και τη διασχίζει στα όρια του τμήματος 12 και των συστάδων 15α και β και οδηγεί στη συνέχεια προς το Φράγμα, τη Μούχα, την Καστανιά κ.λπ.

Το μήκος αυτού του δρόμου μέσα στο ΠΔ φθάνει περίπου στα 2 χλμ., θεωρείται πλέον επαρχιακός δρόμος και το σύνολό του έχει ασφαλτοστρωθεί και βελτιωθεί.

Από κάποιο σημείο αυτού του δρόμου (1ο χλμ.) στο μέσο περίπου του δασοκτήματος, αρχίζει ο άλλος δρόμος (Β' κατηγορίας) που οδηγεί μέσα στο δάσος, διασχίζοντας τη συστάδα 15β και διαιρώντας στη μέση περίπου τη συστάδα 15α με ένα παρακλάδι, που εξυπηρετεί και τον οικισμό Ζυγογιαννέικα. Και αυτός ο δρόμος μέχρι τα Ζυγογιαννέικα έχει ασφαλτοστρωθεί. Στη συνέχεια αυτός ο δασικός δρόμος μετατρέπεται σε Γ' κατηγορίας και οδηγεί προς το "Παρατηρητήριο", στα όρια των τμημάτων 15 και 14, για να διασχίσει στην κάθοδό του και τις τρεις συστάδες του τμήματος 14 (α, β και γ) στο ύψος του κατώτερου τρίτου τους. Εξερχόμενος από την περιοχή έρευνας ο δρόμος αυτός στη θέση "Φτερόλακα", οδηγεί στη συνέχεια σε διάφορα χωριά των Αγράφων. Το συνολικό μήκος αυτού του δρόμου είναι περίπου 8 χλμ. Τέλος ένα άλλο παρακλάδι αυτού του δρόμου, με μήκος 2,5 χλμ, που έχει την αφετηρία του στη θέση Πετρωτό της συστάδας 15β, οδηγεί στους θερινούς βοσκότοπους της υπαλπικής ζώνης, με μοναδικό σκοπό την εξυπηρέτηση των κτηνοτρόφων.

### Κτίρια, εγκαταστάσεις, κατασκευές

Μέσα στην περιοχή έρευνας υπάρχουν μόνο τα κτίρια του οικισμού 'Ζυγογιαννέικα' τα οποία είναι συνολικά 12 και ανήκουν σε δώδεκα οικογένειες αντίστοιχα του "οικογενειακού δένδρου" Ζυγογιάννη. Κτίρια, μόνιμες ή προσωρινές εγκαταστάσεις, που να ανήκουν στο μέρος αυτό του δασοκτήματος της περιοχής έρευνας δεν υπάρχουν. Η μοναδική λιθόδημη κατασκευή είναι το Παρατηρητήριο κοντά στο δρόμο και πάνω στη ράχη, που χωρίζει τις συστάδες 15β και 14γ. Στο παρατηρητήριο φθάνει κανείς από το δρόμο ή απ' το μονοπάτι που διαμορφώθηκε από το φράγμα προς αυτό. Στην εικ. 24 που ακολουθεί φαίνεται η τεχνική υποδομή της ευρύτερης περιοχής έρευνας.



Εικόνα 24: Χάρτης τεχνικής υποδομής ευρύτερης περιοχής έρευνας (απόσπασμα από την Ειδική Περιβαλλοντική Μελέτη περιοχής λίμνης Ν. Πλαστήρα νομού Καρδίτσας, ΕΠΕΜ, 1998)

### 3.1.5 Κοινωνικοοικονομικές συνθήκες της περιοχής

Όπως προαναφέρθηκε, η περιοχή έρευνας βρίσκεται στο σύνολό του μέσα στα διοικητικά όρια της Κοινότητας Μπελοκομύτη. Στο χωριό Μπελοκομύτης κατοικούν 50 οικογένειες και έχει συνολικά 250 κατοίκους.

Η κύρια απασχόληση των κατοίκων είναι η κτηνοτροφία, η περιορισμένη γεωργία και η απασχόληση σε διάφορες εποχιακές δασικές εργασίες (υλοτομίες, μεταφορές, αναδασώσεις, καθαρισμοί κ.λπ.).

Το κτηνοτροφικό κεφάλαιο της Κοινότητας έχει περιορισθεί σε 600 περίπου μικρά (γίδια και πρόβατα) οικόσιτα και σε 150 μεγάλα (αγελάδες) νομαδικά ζώα. Τα τελευταία ζημιώνουν ακόμη και σήμερα το δασόκτημα με όλες τις δυσάρεστες για τη βλάστηση, κυρίως την αναγέννηση, συνέπειες.

Τα εισοδήματα των κατοίκων φυσικά είναι ανάλογα των απασχολήσεων και εκτιμάται ότι το μέσο οικογενειακό εισόδημα δεν ξεπερνά τα 1500€ ετησίως. Αυτό είχε και έχει σαν αποτέλεσμα ο πληθυσμός, που πραγματικά κατοικεί στο χωριό, καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, να είναι περιορισμένος και γηρασμένος.

Ο τουρισμός δεν έχει προσφέρει ακόμη στην Κοινότητα Μπελοκομύτη κάποιες θέσεις απασχόλησης (εργασίας), ούτε και κάποιο συμπληρωματικό εισόδημα για τους κατοίκους. Βέβαια δεν έχει δημιουργηθεί μέχρι σήμερα ανάλογη με των άλλων χωριών (Νεοχωρίου, Πεζούλας κ.λπ.) υποδομή κι αυτό εξαιτίας ίσως της απόστασης από την πόλη της Καρδίτσας.

Οι προϋποθέσεις υπάρχουν ωστόσο και μπορεί στο μέλλον, η περιοχή Μπελοκομύτη να αποτελέσει ένα κέντρο οικοτουριστικής ανάπτυξης, περιβαλλοντικής εκπαίδευσης και αισθητικής, αναψυχικής αναζήτησης. Στην εικ.

25 φαίνεται ο χάρτης του ιδιωτικού καθεστώτος της ευρύτερης περιοχής έρευνας.



Εικόνα 25: Χάρτης ιδιοκτησιακού καθεστώτος ευρύτερης περιοχής έρευνας (απόσπασμα από την Ειδική Περιβαλλοντική Μελέτη περιοχής λίμνης Ν. Πλαστήρα νομού Καρδίτσας, ΕΠΕΜ, 1998)

### 3.2 Βλάστηση

Τη βλάστηση της περιοχής - δενδρώδη, θαμνώδη και ποώδη - συνθέτουν όλα εκείνα τα χαρακτηριστικά είδη, που συγκροτούν και συνοδεύουν τις δύο κύριες ζώνες βλάστησης, που εμφανίζονται και καλύπτουν σχεδόν όλη την έκταση της περιοχής έρευνας:

- την παραμεσογειακή ζώνη βλάστησης της πλατυφύλλου δρυός και της καστανιάς, καθώς και

- τη ζώνη των ορεινών μεσογειακών κωνοφόρων και συγκεκριμένα τον αυξητικό Χώρο της υβριδογενούς ελάτης (*Abies borisii regis* ή καλύτερα *Abies hybridogenus*).

Στις ψηλότερες θέσεις της περιοχής έρευνας, πάνω από τα δασόρια (πάνω από 1600m), τα οποία στην περίπτωση αυτού του δάσους είναι κατά το μεγαλύτερο μέρος τους ανθρωπογενή, εμφανίζεται μία πωύδης και αραιά θαμνώδης υπαλπική βλάστηση, η οποία έχει έντονα υποβαθμισθεί από την υπερβόσκηση, δεδομένου ότι οι υπαλπικές αυτές εκτάσεις χρησιμεύουν ως θερινά βοσκοτόπια.

Τα είδη *Juniperus nana* και *Daphne olloides* είναι χαρακτηριστικά της υπαλπικής αυτής βλάστησης.

Στις έντονα υποβαθμισμένες θέσεις, σε κάποιες κορυφογραμμές και ράχες, όπου το υπόστρωμα είναι ασβεστόλιθος, εμφανίζονται σε μικρονησίδες και διάσπαρτα άτομα *Juniperus foetidissima* καθώς και κάποια είδη της υπομεσογειακής ζώνης βλάστησης του πρίνου, και του γαύρου (υποζώνη *Ostrya caprinion*).

Τέλος στις κοίτες των μεγαλύτερων ρευμάτων, στις χαμηλότερες προς τη λίμνη θέσεις τους, εμφανίζονται στοιχεία παρόχθιας βλάστησης, τα οποία δημιουργούν μόνο κατά θέσεις παρόχθια οικοσυστήματα, με κύρια είδη *Platanus orientalis*, *Salix alba*, *Salix incana*, *Alnus glutinosa* κλπ.

### 3.2.1 Οικοσυστήματα της περιοχής

Τα οικοσυστήματα, που σαφώς διακρίνονται στην περιοχή έρευνας, είναι αυτά που κατά κύριο λόγο αντιστοιχούν στις ζώνες βλάστησης, που

προαναφέρθηκαν, συμπληρούμενα κατά θέσεις και μικρονησίδες από οικοσυστήματα υπαλπικά και παρόχθια.

Συγκεκριμένα τα οικοσυστήματα αυτά είναι:

- παραμεσογειακά οικοσυστήματα θερμοβίων φυλλοβόλων πλατυφύλλων της υποζώνης της πλατυφύλλου δρυός (*Quercus confertae*) και του αυξητικού χώρου επίσης της πλατυφύλλου δρυός (*Quercetum confertae*).
- οικοσυστήματα ορεινών μεσογειακών κωνοφόρων και ειδικότερα οικοσυστήματα υβριδογενούς ελάτης *Abies borisii regis* ή *Abies hybridogenus*).
- μεικτά οικοσυστήματα - ελάτης/δρυός, δρυός/ελάτης στα όρια επαφής, μετάβασης από τον ένα τύπο οικοσυστημάτων στον άλλο, από τη μία ζώνη βλάστησης στην άλλη
- υπαλπικά οικοσυστήματα του Junipero-Daphnion
- παρόχθια οικοσυστήματα (πλατάνου, ιτιάς, σκλήθρου κ.α.)
- και τέλος σε μικροθέσεις και μικρονησίδες (λόχμες, ομάδες) υπομεσογειακά οικοσυστήματα πρίνου, γαύρου και οστρυάς *Ostrya carpinion*), συχνά με μεγάλη συμμετοχή *Juniperus foetidissima*.

### **Παραμεσογειακά οικοσυστήματα πλατυφύλλου δρυός (*Quercetum confertae*)**

Η πλατύφυλλη δρυς είναι το πολυτιμότερο και σημαντικότερο είδος δρυός της χώρας μας, τόσο για την έκταση που καταλαμβάνουν τα οικοσυστήματά της (σχεδόν το 1/3 των δασών της χώρας μας), όσο και για το πολύτιμο ξύλο της,

ως τεχνικό και ως καυσόξυλο καθώς και για τα βαλανίδια της και το φύλλωμά της, που χρησιμεύουν στη διατροφή των ήμερων και άγριων ζώων.

Στην περιοχή έρευνας τα δασικά οικοσυστήματα της πλατυφύλλου δρυός δεν καταλαμβάνουν ιδιαίτερα μεγάλη έκταση (περίπου 68 ha δεδομένου ότι συγκροτημένες συστάδες δρυός εμφανίζονται κατά κύριο λόγο στο τμήμα 12 και λιγότερο στις κατώτερες θέσεις των συστάδων 14α,β και 15β.

Εκτείνονται σε υψόμετρα από 800 έως 1000 μέτρα και σε εκθέσεις που ποικίλουν μεταξύ ΒΑ, Α, ΝΑ, Ν και ΝΔ. Οι κλίσεις στις χαμηλότερες αυτές θέσεις δεν είναι ιδιαίτερα έντονες και κυμαίνονται κατά περίπτωση από 20 έως 60%.

Το βασικό πέτρωμα στο οποίο αναπτύσσονται τα οικοσυστήματα αυτά είναι κατά κύριο λόγο ψαμμιτικός φλύσχης και τα εδάφη στα οποία εδράζονται είναι βαθιά έως μέτρια βαθιά με αργιλώδη έως αργιλλοπιδώδη δομή και σύνθεση.

Τα οικοσυστήματα αυτά έχουν υποστεί κατά το παρελθόν εντατική εκμετάλλευση με αλόγιστες ληστρικές υλοτομίες, κλαδονομή και βέβαια υπεβόσκηση, με αποτέλεσμα πολλά από αυτά να φέρουν ακόμη και σήμερα έντονα τα σημάδια της κακοδιαχείρισης και γενικά της αλόγιστης εκμετάλλευσης.

Στην τελευταία περίοδο σχετικής ηρεμίας αυτών των οικοσυστημάτων, παρότι η βόσκηση δεν έλειψε ποτέ μέχρι σήμερα, με την απαγόρευση των αποψιλωτικών υλοτομιών και τη διαχείριση αυτών των οικοσυστημάτων με στόχο την αναγωγή και ανόρθωσή τους, έχουν δρομολογηθεί και ενθαρρυνθεί διαδικασίες ανόρθωσης, ανασυγκρότησης και προοδευτικής διαδοχικής πορείας

(Progressive succession), που αναμένεται να οδηγήσουν σε βιοκοινοτική ολοκλήρωση και ισορροπία αυτών των οικοσυστημάτων.

Και με τη σημερινή, βέβαια, δομή, σύνθεση και συγκρότησή τους, μπορούν να θεωρηθούν σταθερά οικοσυστήματα και να προσφέρουν στον άνθρωπο τις πολλαπλές ευεργετικές τους επιδράσεις (προστατευτικές, αισθητικές, αναψυχικές, υδρολογικές, υδρονομικές, παραγωγικές κ.α.). Ο όποιες ανθρώπινες επεμβάσεις στο μέλλον, θα πρέπει να υποβοηθούν την αναγωγή των πρεμνοφυών συστάδων σε σπερμοφυείς και να ευνοούν τη θετική εξελικτική πορεία αυτών των οικοσυστημάτων.

### **Οικοσυστήματα ορεινών κωνοφόρων - υβριδογενούς ελάτης (*Abies borisii regis* ή *Abies hybridogenus*)**

Η ελάτη (*Abies borisii* Regis ή *Abies hybridogenus*) είναι ένα πολύμορφο είδος, με μεγάλο οικολογικό εύρος και τεράστια οικονομική σημασία, κυρίως στην κεντρική Πίνδο, όπου δημιουργεί εκτεταμένα αμιγή, καλά συγκροτημένα δάση, τα οποία παράγουν πολλαπλές ωφέλειες και άριστα προϊόντα ξύλου (οικοδομικού, βιομηχανικού, επενδύσεων, επιπλοποιίας κ.α.) για τον άνθρωπο.

Στην περιοχή έρευνας είναι το κυρίαρχο είδος και τα δασικά οικοσυστήματα που συγκροτεί, με διάφορη δομή και οργάνωση το καθένα, ανάλογα με το σταθμό και τις κατά το παρελθόν ανθρώπινες επεμβάσεις, επεκτείνονται από τα χαμηλότερα σημεία (820 m) έως τα όρια του δάσους (1600 m), σχηματίζοντας μάλιστα και τα δασοόρια (ανθρωπογενή, αλλά και τα φυσικά) στη συγκεκριμένη περιοχή.



Συμμετέχει σε όλες τις δασοσυστάδες και τμήματα της περιοχής έρευνας, καλύπτοντας μια έκταση 350 ha περίπου και καταλαμβάνοντας εκθέσεις Β, ΒΑ, Α, ΝΑ, Ν έως και ΝΔ.

Οι θέσεις των οικοσυστημάτων ελάτης στις κλιείς είναι επίσης ποικίλες, μια και τα συναντά κανείς στις χαμηλότερες, μεσαίες, αλλά και ανώτερες θέσεις στην πλαγιά, σε κοιλώματα και σε ράχες, φθάνει βέβαια τα εδάφη να μην είναι έντονα διαβρωμένα.

Στην περίπτωση αυτή παραχωρούν τη θέση τους, κυρίως πάνω σε ασβεστόλιθους, σε θερμόβια φυλλοβόλα πλατύφυλλα (δρύες, γαύρο, οστρυά, πρίνο κ.α.), με συμμετοχή συχνά και *Juniperus foetidissima*.

Τα βασικά μητρικά πετρώματα και για τα οικοσυστήματα ελάτης είναι ο φλύσχης στις περισσότερες θέσεις και ο ασβεστόλιθος στις εξάρσεις και στις κορυφές.

Τα δημιουργούμενα εδάφη με αργιλλοπηλώδη έως αργιλλώδη δομή και σύσταση και ικανοποιητικό στις περισσότερες περιπτώσεις βάθος, μπορούν να φιλοξενήσουν τα απαιτητικότερα σε υγρασία οικοσυστήματα της ελάτης.

Και τα οικοσυστήματα της ελάτης έχουν υποφέρει κατά το παρελθόν, κυρίως από τη βόσκηση και τις λαθροϋλοτομίες, ώστε σήμερα να μην εμφανίζονται καλά συγκροτημένα, να έχουν ακανόνιστες δομές και να απέχουν από τα κανονικά δάση ελάτης για τη συγκεκριμένη περιοχή έρευνας, στην οποία και αναπτύσσονται.

Σε κάποιες βέβαια θέσεις των συστάδων 14α, β, γ και 15α εμφανίζονται πολύ καλά οργανωμένα και δομημένα οικοσυστήματα ελάτης.

Και σε όλες τις άλλες θέσεις βέβαια, τα οικοσυστήματα ελάτης είναι φανερό πως βρίσκονται σε μια δυναμική εξελικτική πορεία, με εμφανή την τάση

ανασυγκρότησης, αλλά και επέκτασής τους εις βάρος άλλων γειτονικών οικοσυστημάτων (περίπτωση οικοσυστημάτων πλατυφύλλου δρυός).

Σε κάθε περίπτωση η όλη διαδικασία της ανανέωσης, ανασυγκρότησης και επέκτασης αυτών των οικοσυστημάτων θα επιταχυνθεί, εφόσον ο παράγοντας βόσκηση ήμερων ζώων (αγελάδων κυρίως) περιορισθεί στο ελάχιστο.

Τέλος με τη σημερινή δομή, οργάνωση και λειτουργία τους και κάτω από τις δεδομένες διαχειριστικές απόψεις, που εφαρμόζονται από τη Δασική Υπηρεσία, μπορούν και τα οικοσυστήματα της ελάτης, που εμφανίζονται στην περιοχή έρευνας, να θεωρηθούν ως πολύ σταθερά φυσικά δασικά οικοσυστήματα, τα οποία προσφέρουν πολύτιμα αγαθά και υπηρεσίες στον άνθρωπο.

### **Μεικτά οικοσυστήματα πλατύφυλλης δρυός/ελάτης και ελάτης/πλατύφυλλης δρυός**

Τα οικοσυστήματα αυτά δημιουργούνται στις θέσεις επαφής των δύο ζωνών βλάστησης (δρυός και ελάτης) και αποτελούν μεταβατικά στάδια δάσους, (οικοτόνους) των οποίων η πορεία, εάν δεν διακοπεί από κάποιο οικολογικό παράγοντα, θα οδηγηθεί σταδιακά, στις πιο ευνοϊκές θέσεις (ρεύματα, βόρειες εκθέσεις, κοιλώματα), σε απόμειξη και κυριαρχία της ελάτης.

Βέβαια στις χαμηλότερες αυτές θέσεις η ελάτη δεν είναι ιδιαίτερα ανταγωνιστική, γι' αυτό σε πολλές περιπτώσεις θα διατηρηθεί η μείξη καθώς και τα αντίστοιχα οικοσυστήματα. Το ποιο είδος θα εμφανίζεται κυρίαρχο, τουλάχιστον σε ότι αφορά στον όγκο με τον οποίο συμμετέχουν στη μεικτή συστάδα, θα είναι κάθε φορά εξαρτημένο από τις τοπικές εδαφικές και μικροκλιματικές συνθήκες. Στις καλύτερες θέσεις θα υπερέχει η ελάτη, ενώ αντίθετα στις ράχες, νότιες,

νοτιοανατολικές έως νοτιοδυτικές εκθέσεις θα συμμετέχει με μεγαλύτερη αναλογία βιομάζας στη μεικτή συστάδα η πλατύφυλλη δρύς.

Τα μεικτά αυτά οικοσυστήματα εμφανίζονται σήμερα κατά κύριο λόγο στο χαμηλότερο δασικό τμήμα 12 του δάσους και σε μικρότερη αναλογία κατά θέσεις και νησίδες στις συστάδες 15α, β και 14α.

Η δυναμική αυτών των οικοσυστημάτων είναι εντυπωσιακή, καθώς εύκολα διαπιστώνει κανείς με πόση ευκολία αναγεννιέται η ελάτη κάτω από την κομοστέγη της δρυός και από την άλλη πόσο καλά συναυξάνει η πλατύφυλλη δρυς μέσα σε νεαρά άτομα ελάτης. Γενικά τα οικοσυστήματα αυτά τα συνθέτουν νεαρά άτομα ελάτης και δρυός (έως 40-50 χρόνων), χωρίς βέβαια να λείπουν και τα διάσπαρτα γέρικά άτομα δρυός (άνω από 150 χρόνων), τα οποία και προσφέρουν πολύτιμες βιοκοινοτικές λειτουργίες. Τα άτομα δρυός που συμμετέχουν στα οικοσυστήματα αυτά, έχουν στην πλειονότητά τους πρεμνοφυή προέλευση γι' αυτό και στην εξελικτική τους πορεία θα βρεθούν να μειονεκτούν έναντι των ζωτικών νεαρών ατόμων ελάτης.

Η συνεχιζόμενη βόσκηση, σε συνδυασμό με τον υψηλό βαθμό συγκόμωσης των νεαρών αυτών μικροσυστάδων, δεν ευνοούν καθόλου την φυσική αναγέννηση με σπέρματα της δρυός, ενώ αντίθετα η ελάτη αναγεννιέται κανονικά και παρά τη ζημίωσή της από τη βόσκηση διαθέτει πολυάριθμα άτομα σε όλους τους ορόφους.

Παρά τον μεταβατικό τους χαρακτήρα, τα μεικτά αυτά οικοσυστήματα παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον και λειτουργούν ως σταθερά δασικά οικοσυστήματα με πολλαπλές ωφέλειες και θετικές επιδράσεις για τον άνθρωπο και το φυσικό του περιβάλλον.

### **Υπαλπικά οικοσυστήματα**

Πάνω από τα δασόρια, τα οποία κατά το μεγαλύτερο μέρος τους είναι ανθρωπογενή, εμφανίζεται θαμνώδης και ποώδης βλάστηση, η οποία έχει υποβαθμισθεί έντονα από την υπερβόσκηση, μιας και οι εκτάσεις αυτές χρησιμεύουν ως θερινοί βοσκότοποι για τα κοπάδια της νομαδικής κτηνοτροφίας.

Τα είδη που εμφανίζονται είναι κυρίως *Juniperus nana* και σε κάποιες θέσεις (ασβεστόλιθος) *Juniperus foetidissima*, *Daphne oleoides* κ.α. Από τα ποώδη κυριαρχούν είδη *Festuca varia* και *Festuca ovina*, *Marubium veletinum*, είδη *Centaurea* κ.λπ.

Τα οικοσυστήματα αυτά περιορίζονται στις υψηλότερες θέσεις (1600- 1780μ.) των συστάδων 14α, β και σε κάποιες μικροθέσεις (κορυφογραμμές) των συστάδων 14α, 15α και 14γ.

### **Παρόχθια οικοσυστήματα**

Κατά μήκος των κύριων, αλλά και δευτερευόντων ρευμάτων (Ρ. Λεόρδας - Κυραιντάν, Ρ. Κλαπάτσι, Ρ. Φουφού, Ρ. Γαλατάδες, Ρ. Γιώτης κ.α.) δημιουργούνται λιγότερο ή κατά θέσεις περισσότερο εκφρασμένα παρόχθια οικοσυστήματα με τα είδη *Platanus orientalis*, *Alnus glutinosa*, *Salix incana*, *Salix alba* κ.α.

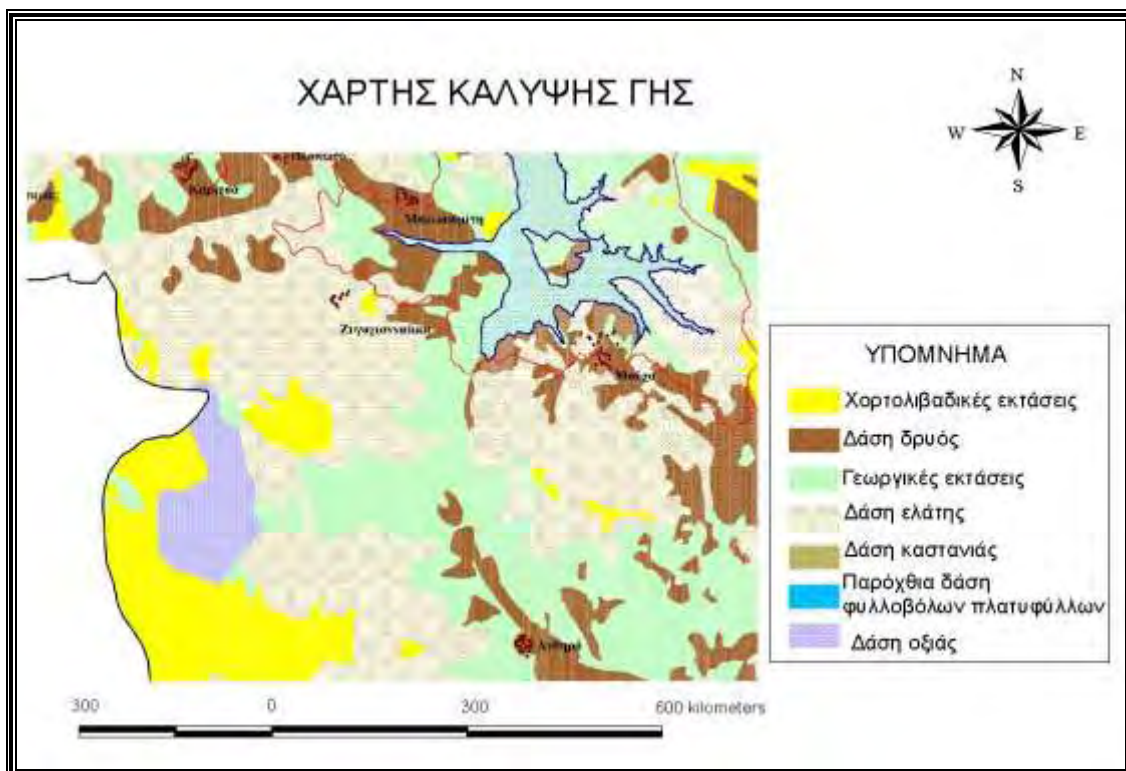
Στα οικοσυστήματα αυτά δημιουργούνται άριστες συνθήκες διαμονής και διατροφής πληθώρας ζώων (εντόμων, ερπετών, πτηνών και θηλαστικών).

### Υπομεσογειακά οικοσυστήματα

Τα οικοσυστήματα αυτά εμφανίζονται σε μικροθέσεις και μικρονησίδες, στις οποίες το βασικό μητρικό πέτρωμα είναι ο ασβεστόλιθος και το έδαφος έχει έντονα διαβρωθεί και αποπλυθεί. Οι θέσεις αυτές βρίσκονται στις ράχεις, κορυφογραμμές και σε πλαγιές με μεγάλες κλίσεις (>60%) και δυτικό έως νοτιοδυτικά προσανατολισμό.

Τα κυρίαρχα είδη σ' αυτές τις πετρώδεις και υποβαθμισμένες γενικά θέσεις είναι το πουρνάρι (*Quercus coccifera*), ο ανατολικός γαύρος (*Caprinus orientalis*) και η οστρυά (*Ostrya caprinifolia*). Συνοδεύονται επίσης από φράξο (*Fraxinus ornus*), τρίλοβο σφένδαμο (*Acer monspesulanum*) και σποραδικά άτομα χνοώδους δρυός (*Quercus pubescens*).

Στις περισσότερες περιπτώσεις αυτών των υπομεσογειακών οικοσυστημάτων (υποζώνη *Ostryo caprinion*) η συμμετοχή της *Juniperus foetidissima* είναι μεγάλη, για να υποδηλώσει κι αυτή με τη σειρά της την οπισθοδρομούσα διαδοχή της βλάστησης. Στην εικ. 26 που ακολουθεί φαίνεται η βλάστησης στην ευρύτερη περιοχή έρευνας.



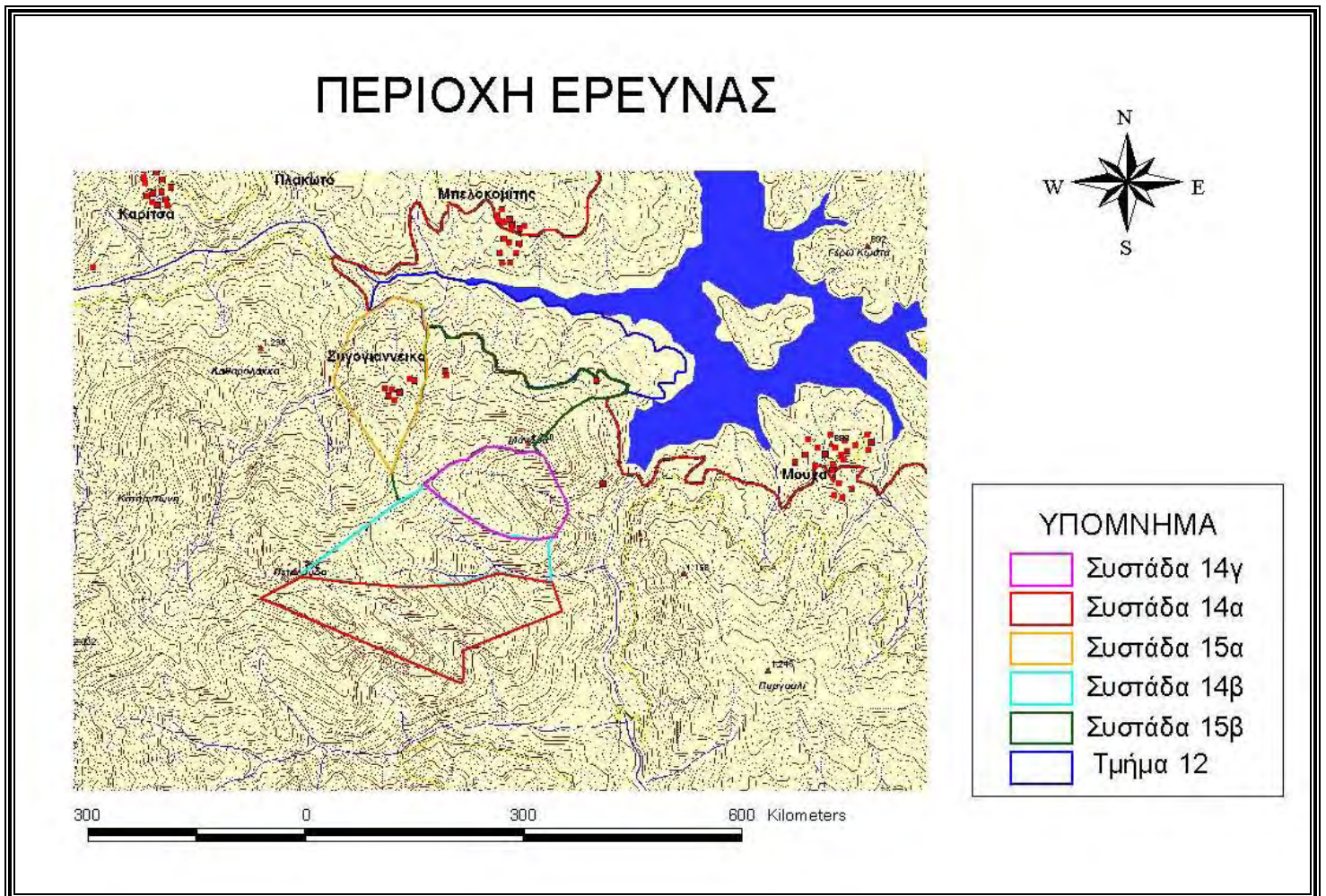
Εικόνα 26: Χάρτης κάλυψης γης ευρύτερης περιοχής έρευνας (απόσπασμα από την Ειδική Περιβαλλοντική Μελέτη περιοχής λίμνης Ν. Πλαστήρα νομού Καρδίτσας, ΕΠΕΜ, 1998)

### 3.2.2 Περιγραφή των δασικών συστάδων και τμημάτων

Όπως προαναφέρθηκε η περιοχή έρευνας, αποτελεί μέρος του δημόσιου δασικού συμπλέγματος Αγράφων, γι' αυτό και θα διατηρήσει την ίδια διαίρεση, όπως αυτή προτάθηκε κατά την τελευταία (1998-2007) διαχειριστική μελέτη του δάσους.

Η περιοχή έρευνας αποτελείται από τρία δασικά τμήματα (12, 14 & 15) και από έξι συνολικά συστάδες (12, 14α, β, γ και 15α,β). Για τη διάκριση και διαίρεση των τμημάτων και συστάδων χρησιμοποιήθηκαν κυρίως φυσικά όρια (ρεύματα, ράχες, δρόμοι), ώστε να μη δημιουργούνται στο έδαφος αμφισβητήσεις και

δυσκολίες για τον εντοπισμό τους. Στο σημείο αυτό επαναλαμβάνεται η εικ. 3 όπου φαίνονται οι συστάδες της περιοχής έρευνας.



Εικόνα 3: Οι συστάδες της περιοχής έρευνας (επανάληψη από σελ.20)

Στη συνέχεια θα περιγραφούν σε έξι συστάδες, ξεχωριστά, τόσο ως προς τα γεωμορφολογικά και οικολογικά τους χαρακτηριστικά, όσο και ως προς τις συσταδικές, δενδρομετρικές και δασοδιαχειριστικές συνθήκες που επικρατούν σε αυτές.

### ΦΥΛΛΟ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗΣ ΣΥΣΤΑΔΑΣ

**ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΤΙΚΗ ΚΛΑΣΗ:** Ελάτης-Δρυός

**ΔΑΣΟΣ:** Μπελοκομύτη

**ΔΑΣΙΚΗ ΘΕΣΗ:** Σαμαρά-Δέντρο

**ΑΡΙΘΜΟΣ ΤΜΗΜΑΤΟΣ:** 12

**ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΥΣΤΑΔΟΣ:** -

ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	
ΕΙΔΟΣ	ΕΚΤΑΡΙΑ
Δασοσκεπής	51,0
Μερικώς δασοσκεπής	
Αγροί & δενδροκομικές καλλιέργειες	49,0
Θαμνοσκεπής	
Γυμνή	
Άγονος κ.λπ.	
Σύνολο	100,0

### Α΄ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΠΟΥ

1. Υπερθαλάσσιο ύψος: 780-960
2. Έκθεση στον ορίζοντα: Β-Α
3. Κλίση: 10-50%
4. Βασικό πέτρωμα: ψαμμιτικός φλύσχης
5. Έδαφος: πηλώδες ως αργιλλώδες
  - Χλωροτάπητας: Μέτριος
  - Ξηροτάπητας: Πλούσιος
  - Παρεδάφια βλάστηση: από φτέρη, βάτους, φράουλα, σκάρφη
6. Ποιότητα τόπου: IV α



## Β΄ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΑΔΑΣ

Δασοπονικό είδος, μίξη και δευτερεύοντα είδη:

Ελάτη-δρυς σε ακανόνιστη μίξη κατ' άτομο κυρίως αλλά και σε ομάδες ή λόχμες. Διάσπαρτα άτομα κέδρου, καστανιάς, σφενδάμου και σορβιάς.

Πλατάνια στα ρέματα.

1. Διαχειριστική μορφή:

Πρεμνοφυής δρυς και σπερμοφυής ελάτη, ακανόνιστης υποκηπευτής δασοπονικής μορφής

2. Ηλικία: Της ελάτης 40-120, της δρυός 50-150 ετών.

3. Συγκόμωση: 0,97

4. Ξυλοβρίθεια: 0,93

5. Αναγέννηση: Ικανοποιητική και των δύο ειδών. Λείπει εντελώς στις θέσεις όπου η συστάδα διατηρείται κλειστή.

### **Δασικό τμήμα (συστάδα) 12**

Το τμήμα 12 της περιοχής έρευνας έχει έκταση 100ha , αποτελεί τη χαμηλότερη ζώνη του δάσους (από 800 έως 960m) και έρχεται σε επαφή με τη Λίμνη Πλαστήρα. Η γενική έκθεση στον ορίζοντα είναι Β έως ΒΑ και οι κλίσεις είναι γενικά ήπιες από 20-60%. Στο κατώτερο αυτό μέρος της βορεινής πλευράς του ΠΔ, καταλήγουν όλα τα μικρότερα ή μεγαλύτερα ρεύματα (Ρ. Λέορδας, Ρ. Κλαπάτσι, Ρ. Φουφού, Ρ. Γαλατάδες) αυτής της πλαγιάς, τα οποία και δημιουργούν μια ποικιλόμορφη τοπογραφική διαμόρφωση, με ιδιαίτερες σταθμικές και οικολογικές συνθήκες.

Βασικό πέτρωμα σε όλη την έκταση του τμήματος είναι ο ψαμμιτικός φλύσχος και τα εδάφη που δημιουργήθηκαν πάνω σ' αυτόν εμφανίζουν αργιλλοπηλώδη υφή και σύσταση. Οι διαβρώσεις, παρά την κακοδιαχείριση αυτού του τμήματος, δεν είναι έντονες, εξαιτίας κυρίως των ήπιων κλίσεων, γι' αυτό και τα εδάφη εμφανίζονται μόνο κατά θέσεις αβαθή, ενώ στην πλειονότητά τους είναι μέτρια βαθιά έως βαθιά.

Η βλάστηση που κυριαρχεί σ' ολόκληρη την έκταση του τμήματος εφόσον βέβαια δεν διακόπτεται από γεωργικά-δενδροκομικά καλλιεργούμενες μικροεκτάσεις, ανήκει κατά κύριο λόγο στην παραμεσογειακή ζώνη βλάστησης της πλατυφύλλου δρυός και της καστανιάς και κατά δεύτερο στη ζώνη των ορεινών μεσογειακών κωνοφόρων και ιδιαίτερα στον αυξητικό χώρο της υβριδογενούς ελάτης.

Τα επιμέρους οικοσυστήματα που δημιουργούνται είναι τα τυπικά παραμεσογειακά της πλατυφύλλου δρυός (*Quercus frainetto*) καθώς και τα μεικτά οικοσυστήματα της πλατύφυλλου δρυός/ελάτης ή ελάτης / πλατύφυλλου δρυός. Στη σύνθεση αυτή των οικοσυστημάτων οδηγήθηκε το τμήμα 12 εξαιτίας κυρίως της ανθρώπινης επέμβασης, η οποία σ' όλη αυτή την έκταση εκδηλώθηκε ως εκχέρσωση, λαθροϋλοτομία, καυσοξύλευση, βόσκηση ζώων κ.λπ. Θα πρέπει δε να τονισθεί πως μέχρι το 1968, που συντάχθηκε και η πρώτη ενιαία "διαχειριστική μελέτη του δημοσίου δασικού συμπλέγματος Αγράφων" η βλάστηση του τμήματος 12 διαχειριζόταν πρεμνοφυώς για την παραγωγή καυσόξυλων δρυός και για ευνόηση της βόσκησης.

Οι αλληπάλληλες αποψιλωτικές υλοτομίες στο πρεμνοφυές δάσος της δρυός δεν ευνοούσαν καθόλου την υβριδογενή ελάτη να αναγεννηθεί κάτω από τη δρυ

και να δημιουργήσει έτσι μεικτά οικοσυστήματα. Αυτό έγινε δυνατό μόνο από τη στιγμή που η δρυς του τμήματος 12 τέθηκε υπό έλεγχο, ώστε σήμερα, μετά από 30 περίπου χρόνια σχετικής ηρεμίας στο οικοσύστημα της πλατυφύλλου δρυός, να έχουμε μια δυναμική προοδευτική πορεία, που στις καλύτερες θέσεις (βόρειες εκθέσεις, κοιλώματα, ρεύματα) εκφράζεται με την εμφάνιση των μεικτών οικοσυστημάτων. Βέβαια και η σημερινή κατάσταση της βλάστησης και των οικοσυστημάτων που αυτή δημιουργεί δεν είναι απόλυτα ικανοποιητική κι αυτό για το λόγο ότι ενώ οι παλιές πληγές της κακοδιαχείρισης δεν έχουν ακόμα επουλωθεί η βόσκηση των μεγάλων, αλλά και κάποιων μικρών ζώων, συνεχίζει να δημιουργεί σοβαρά προβλήματα στην αναγέννηση της ελάτης, αλλά και της δρυός. Έτσι η πορεία ανασυγκρότησης και ολοκλήρωσης αυτών των οικοσυστημάτων, δεν διακόπτεται μεν, εμποδίζεται όμως και επιβραδύνεται σε σημαντικό βαθμό. Θα πρέπει επομένως το θέμα φύλαξης και περιορισμού της βόσκησης να αντιμετωπισθεί από τη Δασική Υπηρεσία πιο αποτελεσματικά, για να διευκολυνθεί έτσι η πλήρης ανάκαμψη και ολοκληρωμένη λειτουργία αυτών των οικοσυστημάτων.

Το τμήμα 12 βρίσκεται κοντά στον οικισμό Μπελοκομύτη, γι' αυτό και αποτέλεσε κατά το παρελθόν και συνεχίζει σε κάποιο βαθμό μέχρι σήμερα να αποτελεί χώρο εντονότερης ανθρώπινης δραστηριότητας. Παλιότερα οι αγροί και οι δενδροκομικές καλλιέργειες έφθαναν στα 400 περίπου στέμματα, σήμερα όμως διακρίνονται περιορισμένες εκτάσεις, που συνεχίζουν να καλλιεργούνται ή να εμφανίζουν μορφή καλλιεργούμενης κατά το παρελθόν γης. Πολλά από τα αγροτεμάχια, μικρά σε έκταση συνήθως, έχουν πλήρως καλυφθεί από δασική βλάστηση και με τον καιρό ενσωματώνονται στο υπόλοιπο δάσος του τμήματος.

Έτσι το πρόβλημα αυτή της πολυδιάσπασης και διακοπής της συνέχειας του δάσους στο τμήμα 12, με τον καιρό απαλύνεται και η συνολική λειτουργία του δάσους αποκαθίσταται.

Τα δασοπονικά είδη που συνοδεύουν τα οικοσυστήματα της πλατυφύλλου δρυός καθώς και τα μεικτά δρυός/ελάτης ή ελάτης/δρυός είναι:

πεδινή σφένδαμος (*Acer campestre*), ορεινή σφένδαμος (*Acer pseudoplatanus*), ορεινή φτελιά (*Ulmus glabra*), καστανιά (*Castanea sativa*), αγριοκερασιά (*Prunus avium*), αντιδυσεντερική σορβιά (*Ostrya carpinifolia*), η καρυδιά (*Juglans regia*), οστρυά (*Ostrya carpinifolia*), γαύρος ο ανατολικός (*Caprinus orientalis*), κρανιά (*Cornus mas*), αγριοφουντουκιά (*Corylus avellana*) και στα ρεύματα κυρίως πλατάνια (*Platanus orientalis*), ιτιές (*Salix incana*, *salix alba* κ.α.), είδη βάτου (*Rubus* sp.), αγριοτριανταφυλλιές (*Rosa* sp.) και διάφορα άλλα είδη με μικρότερη όμως συμμετοχή.

Η γενική υγιεινή κατάσταση της βλάστησης θεωρείται για την ελάτη ικανοποιητική, μέτρια όμως για τη δρυ, εξαιτίας κυρίως της πρεμνοφυούς της προέλευσης και της κακοδιαχείρισής της κατά το παρελθόν.

Η ηλικία των ομάδων, λοχμών και των διάσπαρτων ατόμων ελάτης και δρυός ποικίλει και κυμαίνεται για την ελάτη μεταξύ 1-50 χρόνων, για τη δρυ μεταξύ 30-50 χρόνων. Υπάρχουν βέβαια και διάσπαρτα άτομα δρυός μεγάλης ηλικίας (άνω των 100 και 150 χρόνων), τα οποία προσδίδουν στα οικοσυστήματα του τμήματος 12 μια ξεχωριστή “μεγαλοπρέπεια”, ενώ αποτελούν συγχρόνως πολύτιμους σπορείς, για την ανανέωση της δρυός με σπέρματα. Προσφέρουν επίσης με το κορμό και την κόμη τους μοναδικό καταφύγιο για πολλά πτηνά και άλλα ζώα.

Το ανώτερο ύψος για την ελάτη υπολογίζεται σε 15-20m. Στο ίδιο ύψος κυμαίνονται και τα άτομα δρυός στις μεικτές μικροσυστάδες, εξαιτίας του ανταγωνισμού της ελάτης. Όπου η δρυς σχηματίζει αμιγείς μικροσυστάδες το ύψος των ατόμων, αλλά και της συστάδας, κατέρχεται και φθάνει έως 15 μέτρα. Γίνεται επομένως αντιληπτό πως στο τμήμα 12 επικρατούν πολλές διαφορετικές καταστάσεις δάσους, τόσο από άποψη σύνθεσης, όσο και από άποψη ηλικιών.

Το ανώτερο ύψος για την ελάτη υπολογίζεται σε 15-20μ. Στο ίδιο ύψος κυμαίνονται και τα άτομα δρυός στις μεικτές μικροσυστάδες, εξαιτίας του ανταγωνισμού της ελάτης. Όπου η δρυς σχηματίζει αμιγείς μικροσυστάδες το ύψος των ατόμων, αλλά και της συστάδας, κατέρχεται και φθάνει έως 15 μέτρα.

Γίνεται επομένως αντιληπτό πως στο Τμήμα 12 επικρατούν πολλές διαφορετικές καταστάσεις δάσους, τόσο από άποψη σύνθεσης, όσο και από άποψη ηλικιών.

Η συνολική δομή μπορεί να χαρακτηριστεί ακανόνιστη, που κυμαίνεται κατά περίπτωση μεταξύ της ομήλικης (δρύς, ομάδες δρυός) και της ανομήλικης υποκηπευτής, όταν στη σύνθεση των μικροσυστάδων συμμετέχει και η ελάτη.

Οι αυξητικές συνθήκες εμφανίζονται ικανοποιητικές για την ελάτη, η οποία στις περιπτώσεις που δημιουργεί αμιγείς μικροσυστάδες κυριαρχεί στη συστάδα, παράγει περίπου 6,5 κ.μ., ανά έτος και εκτάριο, ξυλώδους όγκου. Αντίθετα η δρυς παράγει μόλις 2κ.μ. ξυλώδους όγκου, ανά έτος και εκτάριο, τα οποία συμπληρώνονται και με 1κ.μ. ξύλου ελάτης, όταν αυτή συμμετέχει διάσπαρτα μέσα στη δρυ. Οι όποιες επεμβάσεις όμως πρόκειται να εφαρμοστούν θα πρέπει να έχουν ως κεντρικούς κατά περίπτωση στόχους:

- την αναγωγή-ανόρθωση της δρυός, από πρεμνοφυή διαχειριστική μορφή σε σπερμοφυή, με καλλιεργητικά και μόνο μέτρα (αναγωγικές αραιώσεις)
- τη διατήρηση και παραπέρα ευννόηση των μεικτών οικοσυστημάτων δρυός/ελάτης
- καθώς και την απόλυτη προστασία και διατήρηση των παρόχθιων οικοσυστημάτων, που στο κατώτερο τμήμα των ρευμάτων εμφανίζονται.

### ΦΥΛΛΟ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗΣ ΣΥΣΤΑΔΑΣ

**ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΤΙΚΗ ΚΛΑΣΗ:** Ελάτη

**ΔΑΣΟΣ:** Μπελοκομύτη

**ΔΑΣΙΚΗ ΘΕΣΗ:** Γιώτη-Φτερόλακα

**ΑΡΙΘΜΟΣ ΤΜΗΜΑΤΟΣ:** 14

**ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΥΣΤΑΔΟΣ:** α

ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	
ΕΙΔΟΣ	ΕΚΤΑΡΙΑ
Δασοσκεπής	68,5
Μερικώς δασοσκεπής	22,0
Αγροί & δενδροκομικές καλλιέργειες	
Θαμνοσκεπής	
Γυμνή	33,0
Άγονος κ.λπ.	
Σύνολο	123,5

### Α΄ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΠΟΥ

1. Υπερθαλάσσιο ύψος: 900-1792
2. Έκθεση στον ορίζοντα: ΒΑ
3. Κλίση: 40-80%
4. Βασικό πέτρωμα: Σκληροί ασβεστόλιθοι, φλύσχης
5. Έδαφος: Αργιλοπηλώδες-αργιλώδες βαθύ και μέτρια βαθύ

- Χλωροτάπητας:*            Αρκετός
- Ξηροτάπητας:*             Πλούσιος
- Παρεδάφια βλάστηση:*    από φτέρη, σκάρφη, βάτους, φράουλα
6. *Ποιότητα τόπου:*        II β

### **Β΄ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΑΔΑΣ**

7. Δασοπονικό είδος, μίξη και δευτερεύοντα είδη:  
Ελάτη. Διάσπαρτα άτομα δρυός, νεραντζιάς, λεπτοκαρυάς, οστριάς, σφενδάμου, φράξου, φιλύρας. Στα ανώτερα υψόμετρα μαλόκεδρος και υπόροφος οξιάς. Στα μέσα και κατώτερα δρυς σε μίξη κατ' άτομο ή μικρές ομάδες. Χαμηλά δρυς μεγαλύτερης ηλικίας και διαμέτρου.
8. Διαχειριστική μορφή:  
Σπερμοφυής ακανόνιστης υποκηπευτής και κατά θέσεις ομήλικης δασοπονικής μορφής.
9. Ηλικία:            60-160
10. Συγκόμωση: 0,80
11. Ξυλοβρίθεια: 0,90
12. Αναγέννηση: Ικανοποιητική. Σποραδικά μικρά διάκενα δεν έχουν αναγεννηθεί, καταληφθέντα από φτέρη.

#### **Συστάδα 14α**

Ορίζεται μεταξύ των θέσεων “Γιώτη” και “Φτερόλακκα”, καλύπτοντας μεγάλες υψομετρικές διαφορές που κυμαίνονται μεταξύ υπερθαλάσσιου ύψους 900 και 1792 μέτρων.

Οι κλίσεις σε όλη σχεδόν την έκταση είναι μεγάλες (40 - 80%) και οι εκθέσεις ΒΑ, Α, ΝΑ.

Τα βασικά πετρώματα αποτελούν, όπως και στις άλλες συστάδες, στα χαμηλότερα σημεία και σε όλο το κοίλωμα επικρατεί ο φλύσχης, ενώ στην κορυφή της συστάδας και σε όλη τη δυτική κορυφογραμμή, που αποτελεί και το δυτικό όριο του δάσους, κυριαρχεί ο ασβεστόλιθος δημιουργώντας και ανάλογες εδαφικές και γενικά σταθμικές συνθήκες.

Τα εδάφη είναι στο κατώτερο μισό της συστάδας και κυρίως σε όλη την περιοχή του κοιλάματος βαθιά έως μέτρια βαθιά. Όσο βέβαια προχωρεί κανείς προς τις κορυφογραμμές και το ανώτερο τρίτο της συστάδας, αυτά γίνονται από μέτρια βαθιά έως αβαθή και σε κάποιες θέσεις έμεινε μόνο το μητρικό πέτρωμα και μόνο κατά μικροθέσεις ελάχιστο έδαφος. Η υφή και σύσταση του εδάφους είναι αργιλλώδης έως αργιλλοπηλώδης και ο κυρίαρχος τύπος εδαφών είναι αυτός των ορφνών δασικών εδαφών.

Η έκταση της συστάδας είναι συνολικά 123,5 ha, από τα οποία περίπου 33 είναι γυμνές υπαλπικές εκτάσεις, 22 ha είναι μερικώς δασοσκεπείς και η υπόλοιπη έκταση καλύπτεται κυρίως από ελάτη και μόνο κατά θέσεις από πλατύφυλλη δρύ (στα χαμηλότερα). Στο κατώτερο μέρος της συστάδας εκτός από τα είδη δρυός, πλατύφυλλο (*Quercus conferta*), απόδισκο (*Quercus dellechampii*), ευθύφλοιο δρύ (*Quercus cerris*) εμφανίζονται και πολυάριθμα



άλλα φυλλοβόλα πλατύφυλλα, όπως: ορεινή, πεδινή, τρίλοβη και πλατανοειδής σφενδάμος, αργυρόφυλλη και πλατύφυλλη φλαμουριά, ανατολικός και βετουλοειδής γαύρος, ορεινή πτελιά, αγριοκερασιά, πικροκαστανιά, οστρυά, κουφοξυλιά (*Sabucus nigra*), αγριοφουντουκιά και τέλος η αντιδυσεντερική σορβιά (*Sorbus torminalis*) όχι πλέον με μικρά θαμνόμορφα δενδρύλια, αλλά με ζωτικά, μεγάλων διαστάσεων άτομα (ύψος 25μ. και πάχος άνω των 40-50cm) τα οποία συμμετέχουν ισότιμα στον ανώροφο της ελατοσυστάδας. Το ίδιο εντυπωσιακά άτομα στον ανώροφο της συστάδας εμφανίζουν επίσης τα είδη της ορεινής και αμβλείας σφενδάμου (*Acer pseudoplatanus* και *A. obtusatum*) αντίστοιχα.

Από την παραπάνω σύντομη περιγραφή των ειδών γίνεται φανερό, πως στη συστάδα 14α δημιουργούνται και συμμετέχουν περισσότερα οικοσυστήματα, τα οποία για το ανώτερο μέρος της συστάδας (πάνω από το δρόμο) ανήκουν στα οικοσυστήματα των ορεινών μεσογειακών κωνοφόρων, για το κατώτερο όμως μέρος της συστάδας μπορούν να χαρακτηρισθούν μεικτά ελάτης δρυός/πλατυφύλλων.

Εκτιμάται ότι τα πλατύφυλλα και άλλων πλην της δρυός συμμετέχουν με μια αναλογία της τάξης του 10%, ώστε να θεωρούνται δομικό στοιχείο αυτών των οικοσυστημάτων.

Στους κορμούς και τις κόμες πολλών ατόμων ελάτης εμφανίζονται πολυάριθμα άτομα ιξού (*Viscum album*) και αναρριχώνται ζωτικότερα άτομα κισσού, τα οποία προσδίδουν στα οικοσυστήματα αυτά πρόσθετα βιοκοινοτικά χαρακτηριστικά. Στις ψηλότερες θέσεις της συστάδας (πάνω από 1400m

εμφανίζονται μερικά έντονα υποβαθμισμένα (υπολείμματα) οικοσυστήματα ελάτης, τα οποία διαδέχονται τα υπαλπικά οικοσυστήματα Junipero-Daphnion.

Θα πρέπει βέβαια στο σημείο αυτό να διευκρινιστεί, πως τα δασοόρια σ' αυτή την περιοχή, όπως και για ολόκληρη την περιοχή έρευνας, πρέπει να θεωρούνται ανθρωπογενή, εξαιτίας της πολύχρονης χρησιμοποίησης αυτών των εκτάσεων ως θερινών βοσκοτόπων. Η βόσκηση είχε ως αποτέλεσμα τη συνεχή πίεση της βλάστησης προς τα χαμηλότερα και τη δημιουργία γυμνών εκτάσεων (βοσκοτόπων) στα ψηλότερα. Η διάβρωση που ακολουθούσε, ως λογική συνέπεια της αποδάσωσης, υποβάθμιζε τα εδάφη σε τέτοιο βαθμό ώστε να είναι αδύνατη η επαναποίκιση αυτών των εκτάσεων από δενδρώδη δασική βλάστηση (ελάτη). Τις εκτάσεις αυτές καταλαμβάνουν κατά συνέπεια είδη άρκευθου (*Juniperus nana*) και κατά θέσεις *Juniperus foetidissima* και άλλη αραιά θαμνώδης βλάστηση (*Daphne oleoides* και *Daphne laureola*).

Η υγιεινή κατάσταση της συστάδας, εάν εξαιρεθούν οι μερικώς δασοσκεπείς εκτάσεις των ψηλότερων θέσεων, είναι γενικά ικανοποιητική και στα χαμηλότερα άριστη. Η ηλικία της συστάδας ποικίλει από 40 έως 120 χρόνια χωρίς να λείπουν και υπερήλικα άτομα.

Η συγκόμωση είναι κανονική και κατά θέσεις σύμπυκνη, ώστε να δημιουργείται συχνά η εντύπωση ύπαρξης μιας πολυόροφης δομής και συγκρότησης των μικροσυστάδων. Η γενική αξιολόγηση της δομής και κατ' επέκταση της δασοπονικής μορφής, θα μπορούσε να χαρακτηρίσει τη συστάδα ως ακανόνιστη υποκηπευτή και κατά θέσεις κηπευτοειδή έως και κηπευτή.

Οι αυξητικές συνθήκες είναι στο μεγαλύτερο μέρος της συστάδας άριστες, κάτι που αποτυπώνεται και στην εξαιρετική τρέχουσα αύξηση της συστάδας, η

οποία φθάνει στη μέγιστη τιμή της για την περιοχή έρευνας, στα 11 κ.μ. άφλοιου ξυλώδους όγκου κατ' έτος και εκτάριο.

Οι προστατευτικές, αισθητικές, παραγωγικές και λοιπές λειτουργίες αυτής της συστάδας βρίσκονται στο καλύτερο τους σημείο, ώστε βασική επιδίωξη κατά τη διαχείριση θα πρέπει να είναι πρωταρχικά η διατήρηση αναλλοίωτων αυτών των λειτουργιών. Παράλληλα θα μπορούσε η μελλοντική διαχείριση να επιδιώξει σε μεγαλύτερο βαθμό μεικτά οικοσυστήματα και κηπευτή δασοπονική μορφή, τουλάχιστον στις χαμηλότερες και παραγωγικότερες θέσεις. Στις θέσεις αυτές θα μπορούσε να ιδρυθεί ένα απόθεμα φυσικού δάσους (Natural reserve) για την εντατικότερη και συστηματική μελέτη ενός πλούσιου και σπάνιου μεικτού οικοσυστήματος ελάτης/δρυός/άλλων πλατυφύλλων.

### ΦΥΛΛΟ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗΣ ΣΥΣΤΑΔΑΣ

**ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΤΙΚΗ ΚΛΑΣΗ:** Ελάτη

**ΔΑΣΟΣ:** Μπελοκομύτη

**ΔΑΣΙΚΗ ΘΕΣΗ:** Ρ.Γιώτης-Φτελιάς

**ΑΡΙΘΜΟΣ ΤΜΗΜΑΤΟΣ:** 14

**ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΥΣΤΑΔΟΣ:** β

ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	
ΕΙΔΟΣ	ΕΚΤΑΡΙΑ
Δασοσκεπής	48,5
Μερικώς δασοσκεπής	32,0
Αγροί & δενδροκομικές καλλιέργειες	
Θαμνοσκεπής	
Γυμνή	8,0
Άγονος κ.λπ.	
Σύνολο	88,5

### Α΄ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΠΟΥ

1. Υπερθαλάσσιο ύψος: 860-1792

2. Έκθεση στον ορίζοντα: A-BA-NA
3. Κλίση: 40-80%
4. Βασικό πέτρωμα: Σκληροί ασβεστόλιθοι, ψαμμικός φλύσχης
5. Έδαφος: Αργιλοπηλώδες-αργιλώδες αβαθές, μέτρια  
βαθύ και κατά θέσεις βαθύ
- Χλωροτάπητας: Μέτριος
- Ξηροτάπητας: Πλούσιος
- Παρεδάφια βλάστηση: από φτέρη, βάτους φράουλα, σκάρφη
6. Ποιότητα τόπου: III β

### Β΄ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΑΔΑΣ

7. Δασοπονικό είδος, μίξη και δευτερεύοντα είδη:  
Ελάτη. Μίξη κατ' άτομο ή μικρές ομάδες δρυός, νεραντζιάς,  
λεπτοκαρυάς, οστριάς, σφενδάμου, φράξου, φιλύρας στα μέσα και  
χαμηλότερα κυρίως υψόμετρα. Μ. Πεύκη από αναδασώσεις ηλικίας 35  
ετών τα ανώτερα υψόμετρα.
8. Διαχειριστική μορφή:  
Σπερμοφυής ακανόνιστης υποκηπευτής και κατά θέσεις ομήλικης  
δασοπονικής μορφής
9. Ηλικία: 60-95 ετών
10. Συγκόμωση: 0,71
11. Ξυλοβρίθεια: 0,78

12. Αναγέννηση: Στα ανώτερα υψόμετρα μέτρια. Στα μέσα και κατώτερα κατά θέσεις, ενώ μικρά διάκενα έχουν καταληφθεί από φτέρη.

### **Συστάδα 14β**

Η συστάδα αυτή έχει πολλές ομοιότητες με την προηγούμενη και αποτελεί στο μεγαλύτερο μέρους τους, τμήματα του ίδιου κοιλώματος, της ίδιας λεκάνης απορροής. Οι ελαφρές διαφοροποιήσεις έχουν σαν βασική αιτία τον διαφορετικό κατά θέσεις προσανατολισμό. Η πιο χαρακτηριστική διαφοροποίηση των συστάδων είναι αυτή που εμφανίζεται στο όριο της συστάδας 14β και 14γ, κάτω και πάνω από τον δρόμο, όπου η βραχώδης έξαρση από ασβεστόλιθο και δυτικό έως νοτιοδυτικό προσανατολισμό, είναι έντονα διαβρωμένη και υποβαθμισμένη. Κατά τα άλλα η συστάδα εκτείνεται από 860-1700 m, έχει γενικό ΝΑ έως ΝΔ προσανατολισμό και κλίσεις που κυμαίνονται από 30-60% και στην υποβαθμισμένη θέση του ασβεστόλιθου έως και 85%.

Το βασικό πέτρωμα μέσα στο κοίλωμα είναι ψαμμικός φλύσχης, ενώ στην κορυφογραμμή καθώς και στη ράχη, που αποτελεί το όριο με την 14γ, κυριαρχεί ο σκληρός ασβεστόλιθος. Τα εδάφη είναι αργιλοπηλώδη έως αργιλλώδη, βαθιά έως μέτρια βαθιά και κατά θέσεις αβαθή έως αποσκελετωμένα (βραχώδεις θέσεις).

Τα οικοσυστήματα που κυριαρχούν είναι αυτά των ορεινών μεσογειακών κωνοφόρων και συγκεκριμένα της ελάτης. Στο ανώτερο μέρος της συστάδας και συγκεκριμένα στα όρια της συστάδας, αλλά και του τμήματος 14 με το τμήμα 16, έγιναν προ 30ετίας αναδασώσεις με μαύρη Πεύκη (*Pinus nigra*) με σκοπό τη

δημιουργία του κατάλληλου περιβάλλοντος για την εγκατάσταση της ελάτης. Στη συστάδα 14β δεν εμφανίζονται σε πολλές θέσεις μεικτά οικοσυστήματα και περιορίζονται μόνο σε μια στενή λωρίδα κατά μήκος του ρεύματος, που χωρίζει την 14β από την 14α. Στη διαβρωμένη και υποβαθμισμένη θέση που προαναφέρθηκε, κυρίως στο κάτω του δρόμου μέρος και σε υψόμετρα από 900 έως και 1200 μέτρα εμφανίζονται χαλαρά υπομεσογειακά οικοσυστήματα πρίνου, οστρυάς και γαύρου (*Ostrya carpinion*). Εδώ πρόκειται για μια οπισθοδρόμηση της διαδοχής, μιας και από αυτές τις θέσεις έχουν σχεδόν ολότελα απομακρυνθεί τόσο η ελάτη όσο και η πλατύφυλλη δρύς. Συχνά είδη σ' αυτή τη θέση εμφανίζονται κυρίως ο φράξος, η τρίλοβη σφένδαμος, τα *Juniperus foetidissima*, η *Juniperus oxycedrus* και σποραδικά η χνοώδης δρύς (*Quercus rubescens*).

Τα οικοσυστήματα ελάτης βρίσκονται και σε αυτή τη συστάδα σε άριστη υγιεινή κατάσταση με κανονική έως σύμπυκνη συγκόμωση.

Η ηλικία της συστάδας ποικίλει από 50 έως 120 χρόνων έτσι ώστε η δασοπονική μορφή που δημιουργείται να πλησιάζει περισσότερο προς την υποκηπευτή, χωρίς βέβαια κάποια τάξη στο χώρο.

Η αναγέννηση της ελάτης σε αυτή τη συστάδα δεν εμφανίζεται πλέον σε όλες τις θέσεις ικανοποιητική. γεγονός που πιθανόν να οφείλεται, ως κάποιο βαθμό, στην μερική έλλειψη των συνοδών πλατυφύλλων ειδών. Βέβαια η βόσκηση μεγάλων ζώων (αγελάδων) επιτείνει το πρόβλημα, γι' αυτό και πρέπει να αντιμετωπισθεί κατάλληλα, ώστε να διευκολυνθεί η ανανέωση αυτής της συστάδας, όπου κρίνεται απαραίτητο. Σκόπιμο φυσικά θεωρείται η αναγέννηση

στις συστάδες 14α, β και γ να είναι διαρκής και μελλοντικά να οδηγήσει σε κηπευτές δομές και δασοπονικές μορφές δάσους ελάτης.

Οι αυξητικές ωστόσο συνθήκες εμφανίζονται και σ' αυτή τη συστάδα άριστες, με τρέχουσα ετήσια αύξηση της τάξης των 10,9 κ.μ. κατ' έτος και εκτάριο.

Η λειτουργία της συστάδας στο ευρύτερο φυσικό περιβάλλον της περιοχής, θεωρείται ικανοποιητική και τα περισσότερα οικοσυστήματα σταθερά. Στοιχεία σταθερότητας και καλής λειτουργίας εμφανίζει και το ανθρωπογενές οικοσύστημα της μαύρης Πεύκης, το οποίο βέβαια έχει πρόδρομο-πρόσκοπο χαρακτήρα και αποσκοπεί στο να διευκολύνει την επάνοδο και επανεποίηση των εκτάσεων αυτών από την υβριδογενή ελάτη. Η πορεία αυτή δεν έχει αρχίσει ακόμη, μια και οι συνθήκες δεν ευνοούν ακόμη την αναγέννηση της ελάτης, κάτω από την κομωστέγη των σύμπυκνων κορμιδίων μαύρης Πεύκης.

Οι όποιες καλλιεργητικές, δασοκομικές επεμβάσεις σχεδιαστούν και εφαρμοσθούν για τις συστάδες 14β θα πρέπει να αποσκοπούν:

- στη διατήρηση, ανανέωση και παραπέρα βελτίωση των οικοσυστημάτων της υβριδογενούς ελάτης στη διατήρηση και βελτίωση των λίγων μεικτών οικοσυστημάτων
- στην ανόρθωση των υποβαθμισμένων της υπαλπικής ζώνης, καθώς και των υπομεσογειακών του πρίνου, οστρυάς και γαύρου, τα οποία τουλάχιστον δεν πρέπει να επιβαρύνονται περισσότερο από βόσκηση.

## ΦΥΛΛΟ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗΣ ΣΥΣΤΑΔΑΣ

**ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΤΙΚΗ ΚΛΑΣΗ:** Ελάτη**ΔΑΣΟΣ:** Μπελοκομύτη**ΔΑΣΙΚΗ ΘΕΣΗ:** Καναλάκια,

Παλαιομονάστηρο, Οβρός

**ΑΡΙΘΜΟΣ ΤΜΗΜΑΤΟΣ:** 14**ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΥΣΤΑΔΟΣ:** γ

ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	
ΕΙΔΟΣ	ΕΚΤΑΡΙΑ
Δασοσκεπής	35,5
Μερικώς δασοσκεπής	32,5
Αγροί & δενδροκομικές καλλιέργειες	
Θαμνοσκεπής	
Γυμνή	
Άγονος κ.λπ.	
Σύνολο	68,0

## Α΄ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΠΟΥ

1. Υπερθαλάσσιο ύψος: 860-1440
2. Έκθεση στον ορίζοντα: ΒΑ-Α-ΝΑ
3. Κλίση: 40-80%
4. Βασικό πέτρωμα: Σκληροί ασβεστόλιθοι
5. Έδαφος: Αργιλλοπηλώδες ως αργιλλώδες  
αβαθές και μέτρια βαθύ  
Χλωροτάπητας: Μέτριος  
Ξηροτάπητας: Αρκετός  
Παρεδάφια βλάστηση: από φτέρη, σκάρφη, βάτους, φράουλα
6. Ποιότητα τόπου: III β



## Β΄ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΑΔΑΣ

7. Δασοπονικό είδος, μίξη και δευτερεύοντα είδη:  
Ελάτη. Διάσπαρτα άτομα κέδρου, μαλόκεδρου, νεραντζιάς, φράξου, πλατάνια στο ρέμα και δρυς στα μέσα και χαμηλότερα υψόμετρα. Μ. Πεύκη από αναδασώσεις ηλικίας 35 ετών στα ανώτερα υψόμετρα.
8. Διαχειριστική μορφή:  
Σπερμοφυής ακανόνιστης υποκηπευτής δασοπονικής μορφής.
9. Ηλικία: 60-160 ετών
10. Συγκόμωση: 0,73
11. Ξυλοβρίθεια: 0,75
12. Αναγέννηση: Καλή κυρίως στο Β. τμήμα. Στο Ν-ΝΔ τμήμα όπου η συγκόμωση έχει διασπαστεί, μεγάλα διάκενα έχουν καταληφθεί από φτέρη.

### Συστάδα 14γ

Η συστάδα 14γ είναι στο μεγαλύτερο μέρος της εγκατεστημένη πάνω σε σκληρό ασβεστολιθικό πέτρωμα, με αποστρογγυλωμένες κορυφές στο μέσο, αλλά και κατώτερο μέρος των κλιτύων. Εκτείνεται από 860 έως 1420 m, με κλίσεις μέτριες έως απότομες (50-80%) και κατά θέσεις απόκρημνες. Ο γενικός προσανατολισμός στον ορίζοντα είναι Ν, ΝΑ και η όλη τοπογραφική διαμόρφωση αμφιθεατρική στο ανώτερο μέρος, ενώ στο κατώτερο βαθαίνει το κοίλωμα και σχηματίζεται προς την έξοδο από τη συστάδα το ρεύμα “Καναλάκια”.

Τα εδάφη της συστάδας έχουν σύσταση και υφή αργιλλοπηλώδη έως αργιλλώδη, εμφανίζονται όμως μέτρια βαθιά και κατά θέσεις έντονα διαβρωμένα. Στα χαμηλότερα βέβαια σημεία του κοιλώματος τα εδάφη είναι βαθιά και πολύ παραγωγικά και γόνιμα.

Στο μεγαλύτερο μέρος της συστάδας κυριαρχούν τα οικοσυστήματα της ελάτης, χωρίς να συνοδεύονται πλέον από την πληθώρα εκείνη των πλατυφύλλων ειδών που συμμετέχουν στη σύνθεση των γειτονικών συστάδων 14α και β. Μόνο στο κατώτερο μέρος της συστάδας εμφανίζονται σε μικρή σχετικά έκταση οικοσυστήματα πλατυφύλλου δρυός καθώς και μεικτά οικοσυστήματα ελάτης/δρυός. Ως σπουδαιότερα συνοδά, των οικοσυστημάτων ελάτης, είδη μπορούν να αναφερθούν για τη συστάδα 14γ και βέβαια μόνο για το κάτω του δρόμου τμήμα της, τα είδη της ορεινής και αμβλείας σφενδάμου, η απόδισκος δρύς και η αντιδυσεντερική σορβιά. Στην απόκρυμνη θέση αριστερά του “Παρατηρητηρίου” εμφανίζεται μια νησίδα θερμόφιλων πλατύφυλλων ειδών, πάνω στον έντονα διαβρωμένο ασβεστόλιθο, η οποία φθάνει σχεδόν μέχρι το ρεύμα. Τα είδη που κυριαρχούν σε αυτή είναι η οστρυά, ο πρίνος, ο γαύρος, η *Juniperus foetidissima*, έχουν γίνει ο φράξος και η τρίλοβη σφένδαμος. Στο ανώτερο δυτικό άκρο της συστάδας επίσης σε μικρότερη έκταση (80 περίπου στρεμμάτων), αναδασώσεις με μαύρη Πεύκη για να καλυφθούν κάποιες γυμνές εκτάσεις, που είχαν δημιουργηθεί στις θέσεις αυτές, εξαιτίας της έντονης βόσκησης.

Η ηλικία της συστάδας κυμαίνεται από 50-140 χρόνων.

Η αναγέννηση της συστάδας είναι γενικά πλούσια και ζωτική καθώς και στο σύνολό της η συστάδα εμφανίζεται σε ικανοποιητική υγιεινή κατάσταση.

Οι όποιες ζημιές παρατηρούνται στη συστάδα οφείλονται στη βόσκηση, η οποία συνεχίζει, σε όλη αυτή τη λεκάνη του τμήματος 14 συνολικά, να αποτελεί σημαντικό πρόβλημα. Η ρύθμισή της προβάλλει από κάθε άποψη επιτακτική.

Οι αυξητικές συνθήκες της συστάδας είναι γενικά μέτριες (6 κ.μ. κατ' έτος και ha) παρότι κατά θέσεις είναι πολύ καλές έως άριστες. Παρά τη φωτεινή γενικά συγκόμωση της βλάστησης, τα οικοσυστήματα της ελάτης λειτουργούν και σε αυτή τη συστάδα αποτελεσματικά, προστατεύοντας το έδαφος και ρυθμίζοντας την υδατοοικονομία της περιοχής.

Οι μελλοντικές βέβαια δασοδιαχειριστικές και δασοκομικές επεμβάσεις θα πρέπει να αποσκοπούν στη δημιουργία μιας πολυόροφης κλιμακωτής (υποκηπευτής) ή ακόμη και κηπευτής δομής, έτσι ώστε η προστατευτική και υδρονομική επίδραση αυτής της συστάδας να μεγιστοποιηθεί. Η διατήρηση και βελτίωση ωστόσο των υπάρχοντων οικοσυστημάτων προέχει, γι' αυτό και θεωρείται αναγκαία σε πρώτη προτεραιότητα η ρύθμιση και απαλλαγή αυτών των συστάδων από τη βόσκηση.

### ΦΥΛΛΟ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗΣ ΣΥΣΤΑΔΑΣ

**ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΤΙΚΗ ΚΛΑΣΗ:** Ελάτης

**ΔΑΣΟΣ:** Μπελοκομύτη

**ΔΑΣΙΚΗ ΘΕΣΗ:** Κέδρος, ρ. Κλαπάτσι

**ΑΡΙΘΜΟΣ ΤΜΗΜΑΤΟΣ:** 15

**ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΥΣΤΑΔΟΣ:** α

ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	
ΕΙΔΟΣ	ΕΚΤΑΡΙΑ
Δασοσκεπής	50,0
Μερικώς δασοσκεπής	21,0
Αγροί & δενδροκομικές καλλιέργειες	
Θαμνοσκεπής	
Γυμνή	
Άγονος κ.λπ.	
Σύνολο	71,0

**Α΄ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΠΟΥ**

1. Υπερθαλάσσιο ύψος: 860-1440
2. Έκθεση στον ορίζοντα: Β-ΒΔ-ΒΑ
3. Κλίση: 30-70%
4. Βασικό πέτρωμα: Σκληροί ασβεστόλιθοι στα ανώτερα  
υψόμετρα, ψαμμιτικός φλύσχος στα κατώτερα
5. Έδαφος: Αργιλλοπηλώδες αβαθές και βραχώδες, κατά  
θέσεις βαθύ  
Χλωροτάπητας: Αρκετός  
Ξηροτάπητας: Πλούσιος  
Παρεδάφια βλάστηση: Από φτέρη, βάτους, φράουλα
6. Ποιότητα τόπου: III α

**Β΄ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΑΔΑΣ**

7. Δασοπονικό είδος, μίξη και δευτερεύοντα είδη:  
Ελάτη. Στο ανώτερο ανατολικό τμήμα ομάδες μαλόκεδρου.  
Σποραδικά άτομα κέδρου και νεραντζιάς. Στα χαμηλότερα δρυς,  
κυρίως μεγάλης ηλικίας, σε κατ' άτομο ή ομάδες μίξη με την ελάτη.
8. Διαχειριστική μορφή:  
Σπερμοφυής, ακανόνιστης υποκηπευτής δασοπονικής μορφής.  
Στα χαμηλά ομήλικες ενώσεις κορμιδίων, λεπτών κορμών.

9. Ηλικία: 30-120 ετών
10. Συγκόμωση: 0,67
11. Ξυλοβρίθεια: 0,68
12. Αναγέννηση: πολύ καλή σε ολόκληρη την έκταση της συστάδας και κυρίως στα ανώτερα υψόμετρα.

### **Συστάδα 15α**

Εκτείνεται μεταξύ των ρευμάτων Λέορδα, Κλαπάτσι και της ράχης Σαμαρά και καλύπτει έκταση 73,6 ha Το υπερθαλάσσιο ύψος της συστάδας κυμαίνεται από 860 - 1380 μέτρα. Οι εκθέσεις που επικρατούν είναι B-BA και οι κλίσεις ποικίλουν μεταξύ 30-70%. Το βασικό πέτρωμα, που καταλαμβάνει τη μεγαλύτερη έκταση της συστάδας, είναι ο ψαμμικός φλύσχης και μόνο προς τις απόκρημνες πλαγιές του ρεύματος Λέορδας και στη ράχη “Σαμαρά” εμφανίζονται σκληροί ασβεστόλιθοι. Τα εδάφη είναι γενικά βαθιά έως μέτρια βαθιά, με αργιλοπηλώδη έως αργιλλώδη υφή και σύσταση, και μόνο κατά μικροθέσεις και μικρονησίδες στις περιοχές του ασβεστόλιθου εμφανίζονται διαβρωμένα και αποσκελετωμένα.

Τα οικοσυστήματα που κυριαρχούν είναι αυτά των ορεινών μεσογειακών κωνοφόρων και συγκεκριμένα αυτά του αυξητικού χώρου της υβριδογενούς ελάτης. Στο κατώτερο μέρος της συστάδας και μέχρι το υψόμετρο των 1000 m. εμφανίζονται σε μικροομάδες και λόχμες και μερικά μεικτά οικοσυστήματα ελάτης/δρυός.

Με μικρότερη αναλογία, στο κατώτερο αυτό τμήμα της συστάδας, συμμετέχουν και πολλά άλλα είδη: ορεινή, πεδινή και πλατανοειδής σφενδάμος, αγριοκερασιά, καστανιά, ευθύφλοιος δρυς, καρυδιά, πευκιά, γαύρος, φράξος, φουντουκιά, τα οποία συνολικά μαζί με την πλατύφυλλη δρυ καταλαμβάνουν μια αναλογία σε όγκο βιομάζας της τάξης του 15-20%. Έτσι, δημιουργείται ένα μεικτό οικοσύστημα ελάτης και πλατυφύλλων ειδών, το οποίο εμφανίζει ιδιαίτερα οικολογικά χαρακτηριστικά και μια δική του δυναμική.

Η ελάτη βέβαια είναι το κυρίαρχο είδος και αυτό που στο τέλος θα επικρατήσει πλήρως, η σημερινή όμως μίξη την ευνοεί ιδιαίτερα και δημιουργεί άριστες συνθήκες αύξησης, αλλά και αναγέννησής της. Διάσπαρτα, κουφαλερά άτομα δρυός, με ηλικίες άνω των 200 χρόνων υπάρχουν σ'όλο το κάτω μέρος της συστάδας και λειτουργούν πράγματι πολλαπλά ευνοϊκά για τα οικοσυστήματα αυτά.

Στο ανώτερο μέρος της συστάδας, από τα "Ζυγογιαννέικα" και πάνω, κυριαρχεί η ελάτη και δημιουργεί αμιγή οικοσυστήματα ελάτης. Η γενική υγιεινή κατάσταση της συστάδας είναι ιδιαίτερα ικανοποιητική και κατά θέσεις άριστη. Η ηλικία της συστάδας κυμαίνεται από 60 έως 140 χρόνια.

Η συγκόμωση της συστάδας είναι στο μεγαλύτερο μέρος της κανονική έως σύμπυκτη και μόνο στο ανώτερο και κάπως υποβαθμισμένο τμήμα, καθώς και σε αυτά που βρίσκεται αριστερά του οικισμού "Ζυγογιαννέικα", εμφανίζεται φωτεινή και κατά θέσεις χαλαρή.

Η δασοπονική μορφή και η γενικότερη δομή της συστάδας θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ακανόνιστη υποκηπευτή, χωρίς κάποια τάξη στο χώρο.

Οι αυξητικές και παραγωγικές συνθήκες της συστάδας είναι ικανοποιητικές με μια μέση για τη συστάδα τρέχουσα ετήσια αύξηση της τάξης των 6,3 κ.μ. ανά έτος και εκτάριο.

Η γενική εκτίμηση είναι πως τα οικοσυστήματα αυτής της συστάδας λειτουργούν από κάθε άποψη παραγωγικά και αποδοτικά, ώστε να εξυπηρετούν με τον καλύτερο τρόπο τις ανάγκες του κοινωνικού συνόλου.

Η μελλοντική διαχείριση θα πρέπει να αποσκοπεί:

- στη διατήρηση των καλά συγκροτημένων οικοσυστημάτων ελάτης, καθώς και των μεικτών οικοσυστημάτων
- στην προστασία, ανανέωση και ανασυγκρότηση αυτών που βρίσκονται αριστερά του οικισμού και στα ψηλότερα σημεία της συστάδας
- και τέλος στη διατήρηση και προστασία των γηραιών ατόμων δρυός καθώς και όλων των ειδών παρόχθιας βλάστησης, έστω κι αν αυτά δεν συγκροτούν, λόγω μικρής έκτασης, αυτοτελή οικοσυστήματα.

### ΦΥΛΛΟ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗΣ ΣΥΣΤΑΔΑΣ

	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	
	ΕΙΔΟΣ	ΕΚΤΑΡΙΑ
<b>ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΤΙΚΗ ΚΛΑΣΗ:</b> Ελάτης	Δασοσκεπής	85,0
<b>ΔΑΣΟΣ:</b> Μπελοκομύτη	Μερικώς δασοσκεπής	5,0
<b>ΔΑΣΙΚΗ ΘΕΣΗ:</b> Γαλατάδες, Πετροστρούγκα	Αγροί & δενδροκομικές καλλιέργειες	
<b>ΑΡΙΘΜΟΣ ΤΜΗΜΑΤΟΣ:</b> 15	Θαμνοσκεπής	
<b>ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΥΣΤΑΔΟΣ:</b> β	Γυμνή	16,0
	Άγονος κ.λπ.	7,5
	Σύνολο	113,5

**Α΄ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΠΟΥ**

1. Υπερθαλάσσιο ύψος: 860-1460
2. Έκθεση στον ορίζοντα: Β-ΒΑ
3. Κλίση: 40-80%
4. Βασικό πέτρωμα: Σκληρός ασβεστόλιθος στα ανώτερα  
υψόμετρα, ψαμμιτικός φλύσχος στα κατώτερα
5. Έδαφος: Αργιλλοπηλώδες αβαθές και βραχώδες, κατά  
θέσεις βαθύ  
Χλωροτάπητας: Λίγος  
Ξηροτάπητας: Πλούσιος  
Παρεδάφια βλάστηση: Από φτέρη, βάτους και φράουλα
6. Ποιότητα τόπου: IIIβ

**Β΄ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΑΔΑΣ**

7. Δασοπονικό είδος, μίξη και δευτερεύοντα είδη:  
Ελάτη. Στο ανώτερο ΝΔ τμήμα μαλόκεδρα και διάσπαρτα άτομα  
κέδρου. Στα χαμηλά υψόμετρα, στα Β και Α όρια ελάτη σε μίξη με  
τη δρυ κατ' άτομο, ομάδες και λόχμες. Διάσπαρτα άτομα  
καστανιάς.
8. Διαχειριστική μορφή:  
Σπερμοφυής, ακανόνιστης, υποκηπευτής δασοπονικής μορφής
9. Ηλικία: 40-115 ετών



10. Συγκόμωση: 0,88

11. Ξυλοβρίθεια: 0,89

12. Αναγέννηση: ικανοποιητική και κατά θέσεις πλούσια. Στα μέσα και χαμηλά υψόμετρα ικανοποιητική αναγέννηση της δρυός.

### **Συστάδα 15β**

Καταλαμβάνει έκταση 117,6 ha και εκτείνεται από υπερθαλάσσιο ύψος 860 έως 1460 m. Η μεγάλη έκταση της συστάδας καθώς και οι μεγάλες υψομετρικές διαφορές μεταξύ των διαφόρων θέσεων της συστάδας, δημιουργούν κατ' αναλογία και μια ποικιλομορφία οικολογικών χαρακτηριστικών και βλάστησης.

Η αναλογία συμμετοχής του ασβεστόλιθου στο βασικό πέτρωμα μεγαλώνει σ' αυτή τη συστάδα και ανάλογα μεγαλώνουν και τα προβλήματα διάβρωσης των εδαφών στις θέσεις με μεγάλες κλίσεις. Οι κλίσεις κυμαίνονται μεταξύ 40-80%, οι εκθέσεις είναι Β, ΒΑ έως και ΝΑ. Τα εδάφη πάνω στο φλύσχη είναι μέτρια βαθιά έως και βαθιά, όσο όμως ανεβαίνει κανείς στα ψηλότερα σημεία της συστάδας και τον φλύσχη διαδέχεται ο ασβεστόλιθος, τα εδάφη σε κάποιες απόκρημνες θέσεις είναι αβαθή έως αποσκελετωμένα.

Τα οικοσυστήματα που εμφανίζονται σ' αυτή τη συστάδα είναι κατά κύριο λόγο οικοσυστήματα ελάτης, στα χαμηλότερα σημεία σε μικροσυστάδες και ομάδες συμμετέχουν και οικοσυστήματα δρυός, όπως και μεταβατικά οικοσυστήματα ελάτης/δρυός. Στις πλέον υποβαθμισμένες, απόκρημνες θέσεις, με βασικό πέτρωμα τον ασβεστόλιθο, τα αραιά άτομα ελάτης συνοδεύουν άτομα *Juniperus foetidissima*, οστρυάς, γαύρου κ.α. θερμόφιλων ειδών.

Η υγιεινή κατάσταση της συστάδας ποικίλει από ικανοποιητική, στις θέσεις όπου το δάσος είναι καλά συγκροτημένο, κυρίως πάνω από το κεντρικό δρόμο, έως μέτρια και προβληματική σε κάποιες άλλες θέσεις. Πέρα από τις υποβαθμισμένες θέσεις του ασβεστόλιθου, όπου υποβαθμισμένα εμφανίζονται και τα διάφορα οικοσυστήματα, σοβαρό πρόβλημα παρουσιάζεται και στο τμήμα της συστάδας κάτω από το δρόμο, όπου σχεδόν το σύνολο των ατόμων ελάτης είναι πληγωμένα από το κατακύλισμα των βράχων κατά τη διάνοιξη του δασόδρομου και πολλά απ'αυτά έχουν ήδη νεκρωθεί ή πρόκειται σύντομα να νεκρωθούν.

Η ηλικία της συστάδας κυμαίνεται από 60-140 χρόνια και η δομή της εμφανίζεται έντονα ακανόνιστη υποκηπευτή, χωρίς τάξη στο χώρο. Η συγκόμωση στη συστάδα ποικίλει από σύμπυκτη έως κανονική, φωτεινή και κατά θέσεις χαλαρή. Οι αυξητικές συνθήκες είναι για την ελάτη γενικά καλές, γ' αυτό και η ετήσια προσαύξησή της παραμένει σχετικά υψηλή (5,9κ.μ./έτος και ha). Δεν ισχύει όμως το ίδιο για τις υποβαθμισμένες θέσεις, που έχουν μορφή μερικώς δασοσκεπούς έκτασης, καθώς και για τις διαβρωμένες πάνω στον ασβεστόλιθο θέσεις, όπως και για τις χαμηλότερες, όπου κυριαρχεί η δρυς και παράγει περίπου 1,5 κ.μ. καυσόξυλων στο χρόνο και στο εκτάριο.

Η γενική εκτίμηση είναι πως αρκετά οικοσυστήματα αυτής της συστάδας χρειάζονται ανόρθωση και ανασυγκρότηση για να λειτουργήσουν παραγωγικά. Για το σκοπό αυτό θα πρέπει, οι όποιες δασοδιαχειριστικές επεμβάσεις να αποσκοπούν:

- στη διατήρηση και παραπέρα βελτίωση των σταθερών οικοσυστημάτων ελάτης

- στην ανόρθωση και ανασυγκρότηση των υποβαθμισμένων οικοσυστημάτων ελάτης, με επιδίωξη αναγέννησης και ανανέωσής τους
- στην αναγωγή και ανόρθωση των οικοσυστημάτων της δρυός
- στη διατήρηση και βελτίωση των μεικτών οικοσυστημάτων, χωρίς να παρεμποδίζεται η δυναμική τους πορεία
- και τέλος στη διατήρηση μεγάλου αριθμού γηραιών ατόμων δρυός, στα χαμηλότερα σημεία της συστάδας, προς τη μεριά του φράγματος, μια και όπως ήδη αναφέρθηκε αυτά ασκούν πολλαπλή επίδραση για τα ίδια τα δασικά οικοσυστήματα, αλλά και το ευρύτερο φυσικό περιβάλλον.

### **3.3 Χειμαρρικά μικροπεριβάλλοντα και χειμαρρικοί μικρότυποι**

Η ορογραφία, το κλίμα, το πέτρωμα και η βλάστηση αποτελούν τους τέσσερις βασικούς παράγοντες χειμαρρικότητας. Ο μεταξύ τους συνδυασμός συνθέτει ένα τοπικό χειμαρρικό μικροπεριβάλλον, το οποίο πάλι δημιουργεί ένα συγκεκριμένο χειμαρρικό μικρότυπο σε κάθε περιοχή.

Δεχόμαστε ως δείκτη του αναγλύφου (ορογραφίας) της επιφάνειας της υπό μελέτης περιοχής το υπερθαλάσσιο ύψος θεωρώντας, όπως έχει αποδειχθεί τη κλίση της επιφάνειας του εδάφους ως συνάρτηση αυτού (σε μεγάλα υψόμετρα ισχυρές κλίσεις, σε μικρά ήπιες) και ως δείκτη του κλίματος το ετήσιο ύψος βροχής με το οποίο θεωρούμε ότι συναρτώνται επίσης η ραγδαιότητά του, ο αριθμός ημερών χιονοκάλυψης, και το θερμοστατικό εύρος της κάθε περιοχής. Στην εικ. 27 φαίνονται τα γεωμορφολογικά και υδρολογικά χαρακτηριστικά της ευρύτερης περιοχής έρευνας.



Εικόνα 27: Γεωμορφολογικός – υδρολογικός χάρτης (απόσπασμα από την Ειδική Περιβαλλοντική Μελέτη περιοχής λίμνης Ν. Πλαστήρα νομού Καρδίτσας, ΕΠΕΜ, 1998)

Η κατάταξη που ακολουθεί γίνεται σύμφωνα με τη μεθοδολογία που προτείνεται από τον Κωτούλα 1969, στην διατριβή του επί υφηγεσία: «Οι χείμαρροι της βορείου Ελλάδος, Ταξινόμησης αυτών εις τύπους – αρχαί διευθέτησής των».

Πίνακας 25: Ταξινόμηση σε χειμαρρικούς μικροτύπους

Συστάδα	Υψόμετρο	Πέτρωμα		Βροχόπτωση		Βλάστηση		Χειμαρρικός μικρότυπος	
		Δείκτης		Δείκτης		Δείκτης		Δείκτης	
12	780-960	3000	Ψαμμιτικός φλύσχης	300	1253,8	50	Δρυς καστανιά	3	3353
14α	900-1792 μο1346	4000	Σκληροί ασβεστόλιθοι	200	1253,8	50	Ελάτη	5	4255
14β	860-1792 μο 1326	4000	Σκληροί ασβεστόλιθοι	200	1253,8	50	Ελάτη	5	4255
14γ	860-1440 μο 1150	4000	Σκληροί ασβεστόλιθοι	200	1253,8	50	Ελάτη	5	4255
15α	860-1440 μο1150	4000	Ψαμμιτικός φλύσχης	300	1253,8	50	Ελάτη	5	4355
15β	860-1460 μο 1160	4000	Ψαμμιτικός φλύσχης	300	1253,8	50	Ελάτη	5	4355

**Μικρότυπος 3353****A. Περιγραφή περιβάλλοντος**

Υπερθαλάσσιο ύψος 601-1000m. Κλίση εδάφους μέση. Πέτρωμα: φλύσχης. Ετήσιο ύψος βροχής 801-1000mm, μέσης ραγδιότητας. Ετήσιο θερμοκρασιακό εύρος σημαντικό. Αριθμός ημερών χιονιού μέσος. Ομβροθερμικό διάγραμμα τύπου C. Βλάστηση από υποβαθμισμένη φυλλοβόλη πρεμνοφυής δρυ και καστανιά. Ο οικοτύπος εμφανίζεται σε ημιορεινές περιοχές ως και στα χαμηλότερα των ορεινών και πολύ ορεινών.

**B. Χαρακτηριστικά γνωρίσματα οικοτύπου**

α. Σε γυμνό ( ακάλυπτο) έδαφος

Διαβρώσεις; Σημαντική επιφανειακή και αυλακωδής διάβρωση αλλά και πρηνική και χαραδρωτική ενίοτε, με τάση προς φαραγγωτή. Διαβρωσιγενείς επιφάνειες σαφείς. Αποσαθρώσεις Μικρής εντάσεως. Γεωκατακρημνήσεις: λίγες, κυρίως εξαιτίας υποσκαφής του πρηνούς. Γεωλισθήσεις: Πολλές σε αριθμό, μεγάλες σε έκταση, οφειλόμενες κυρίως στην υποσκαφή των πρηνών. Ολισθησιγενείς επιφάνειες σαφώς εκπεφρασμένες. Διαπερατότητα πετρώματος: Πολύ μικρή. Πυκνότητα υδρογραφικού δικτύου: Μεγάλη.

β. Σε έδαφος καλυμμένο από προστατευτική βλάστηση

Όπου η επικρατούσα φυσική βλάστηση δεν είναι υποβαθμισμένη, προσφέρει καλή προστασία στο υποκείμενο έδαφος, αποτρέποντας πλήρως την επιφανειακή και την αυλακωτή διάβρωση και την αποσάθρωση, όχι όμως την χαραδρωτική, φαραγγωτή και πρηνική τέτοια, τις γεωκατακρημνίσεις και τις βαθιές ολισθήσεις.

γ. Μορφολογία του τοπίου

Επιφάνεια λεκάνης απορροής έντονα κυματοειδούς μορφής λόγω των πολλών ολισθήσεων. Ράχες και κορυφές ελαφρά αποστρογγυλωμένες, κλιτύες ενίοτε και κοίτες ρευμάτων με σημαντική κλίση. Διατομή μικρών χαραδρώσεων τριγωνική, οξείας γωνίας αμβλυνόμενης προς τα πάνω, βαθύτερες χαραδρώσεις σύνθετες με υοειδή μορφή, βαθιές υοειδούς μορφής. Μεταφερόμενα στερεά υλικά ποικίλων διαστάσεων, σε συνδυασμό με λιγότερο ογκώδη ως και λεπτότατα. Στερεομεταφορά μεγάλη. Το τοπίο παρέχει την εικόνα ότι βρίσκεται σε διαρκή βραδεία κίνηση.

### Γ. Περιοχή εμφάνισης

Στη δυτική Μακεδονία επί της Πίνδου.

### Δ. Αρχές και μέτρα διευθέτησης των χειμαρρικών φαινομένων και ελέγχου του απορρέοντος ύδατος

#### α. Διευθέτηση των χειμαρρικών φαινομένων

- Αποτροπή επιφανειακής και αυλακωειδούς διαβρώσεως: οι μη έντονα υποβαθμισμένες συστάδες δρυός και καστανιάς διατηρούνται ως έχουν με την κατάλληλη καλλιέργεια. Τα διάκενα συμπληρώνονται με κωνοφόρα είδη. Σε έντονα υποβαθμισμένες δρυοσυστάδες ή γυμνές επιφάνειες με αποπλυμένο έδαφος αναθάμνωση για την δημιουργία κανονικό υδρονομικού θαμνώνα. Σε μέτρια διαβρωμένα βαθύτερα εδάφη αναδάσωση με κωνοφόρα είδη για τη δημιουργία υδρογεωνομικού δάσους, υποβοηθούμενο από μικρά τεχνικά έργα υποστήριξης του όπως παράλληλοι τοίχοι ή βαθμίδες και ενίοτε φράγματα. Γεωργικές καλλιέργειες επιτρέπονται μόνο σε κλίσεις εδάφους μικρότερες του 30% με το όρο της κατασκευής βαθμίδων υποστηριζόμενων από τοίχους και την αλλαγή της κατεύθυνσης των υδάτων που προέρχονται από ψηλότερες περιοχές.

- αποτροπή χαραδρωτής, φαραγγωτής και πρानικής διαβρώσεως: για τη στερέωση της κοίτης διαβάθμιση αυτής με τη βοήθεια υψηλών φραγμάτων στερέωσης σε αλληλοδιαδόχους σε συνδυασμό με παράλληλους τοίχους και προβόλους. Στερέωση των πρानών με τη βοήθεια φυτοκομικών έργων, κυρίως αναθαμνώσεων και αναχλοάσεων, υποβοηθούμενα από μικρά τεχνικά έργα όπως παράλληλοι τοίχοι και σε ανάγκη απόξεση των πρानών.

- Αποτροπή γεωλισθήσεων και γεωκατακριμνήσεων: οι εξαιτίας υποσκαφής του πρανούς γεωλισθήσεις και γεωκατακριμνήσεις αποτρέπονται με ειδικά φράγματα στερέωσηςσε πολλές σειρές, ενίοτε και με τη κατασκευή προβόλων καθώς και την εκτέλεση φυτοκομικών έργων, κυρίως αναθαμνώσεων, για τη σταθεροποίηση των ολισθαινόντων πρανών. Οι ολισθήσεις που οφείλονται σε όμβρια, πηγαία ή υπόγεια νερά αποτρέπονται με τη σύλληψη αυτών με τη βοήθεια τεχνικών έργων (τάφρων, αυλάκων) και απομάκρυνση τους από την ολισθαίνουσα περιοχή. Σε κάθε περίπτωση ακολουθεί φύτευση βαθύριζων φυτών, με μεγάλη διαπνευστική δύναμη, ανθεκτικά σε πληγώσεις σε συνδυασμό με μικρά τεχνικά η αγροτεχνικά έργα.

#### β. Έλεγχος του απορρέοντος νερού

Λόγω του κινδύνου των ολισθήσεων αντί της συγκράτησης του απορρέοντος νερού επιβάλλεται η καλή στράγγιση της περιοχής.

### **Μικρότυπος 4255**

#### A. Περιγραφή περιβάλλοντος

Υπερθαλάσσιο ύψος 1001-1400m. Κλίση εδάφους ισχυρή. Πέτρωμα: ασβεστόλιθος, πολλές φορές πλακοπαγής, ιδιαίτερα στην Πίνδο. Ετήσιο ύψος βροχής 1001-1400mm, μεγάλης ραγδαιότητας. Ετήσιο θερμοκρασιακό εύρος σημαντικό. Αριθμός ημερών χιονιού μεγάλος. Ομβροθερμικό διάγραμμα τύπου D. Βλάστηση από αείφυλλα σπερμοφυή κωνοφόρα δάση (πεύκη-ελάτη). Ο οικότυπος εμφανίζεται σε ορεινές και πολύ ορεινές περιοχές.



## B. Χαρακτηριστικά γνωρίσματα οικοτύπου

### α. Σε γυμνό ( ακάλυπτο) έδαφος

Διαβρώσεις: πολύ έντονη επιφανειακή διάβρωση, έντονη πραινική και χαραδρωτική. Διαβρωσιγενείς επιφάνειες σαφείς. Αποσαθρώσεις: Πολύ έντονες παρέχουσα κυρίως χονδρών διαστάσεων στερεά υλικά. Γεωκατακρημνήσεις: πολυάριθμες, έντονες, από χοντρά στερεά υλικά. ιδιαίτερα εκεί που ο ασβεστόλιθος είναι πλακοπαγής. Γεωλισθήσεις: σπανιότατες. Διαπερατότητα πετρώματος: Μεγάλη. Πυκνότητα υδρογραφικού δικτύου: Μέτρια.

### β. Σε έδαφος καλυμμένο από προστατευτική βλάστηση

Όπου η επικρατούσα βλάστηση από σπερμοφυή αείφυλλα κωνοφόρα δάση δεν είναι πολύ υποβαθμισμένη, προσφέρει καλή προστασία στο υποκείμενο έδαφος, αποτρέποντας την επιφανειακή και εν μέρει την αποσάθρωση, όχι όμως και τις γεωκατακρημνίσεις, την χαραδρωτική και την υποσκαπτική διάβρωση.

### γ. Μορφολογία του τοπίου

Κλιτύες και κοίτες ρευμάτων με σημαντική κλίση. Ράχες και κορυφές ελαφρά αποστρογγυλωμένες με απότομες εναλλαγές κλίσης ιδιαίτερα εκεί που ο ασβεστόλιθος είναι πλακοπαγής Διατομή μικρών χαραδρώσεων αβαθών τριγωνική, ορθής ή οξείας γωνίας με πραινή ισχυρά κεκλιμένα, βαθύτερες χαραδρώσεις με τριγωνική υσειδή μορφή , μικρό σχετικού πλάτους με κατακόρυφα πραινή. Στερεομεταφορά αρκετά μεγάλη με μεταφερόμενα στερεά

υλικά μεγάλων κυρίως διαστάσεων αλλά και πολύ λεπτά που προέρχονται κυρίως από αποσαθρώσεις και γεωκατακρημνίσεις.

### Γ. Περιοχή εμφάνισης

Στη δυτική και ανατολική Μακεδονία.

Δ. Αρχές και μέτρα διευθέτησης των χειμαρρικών φαινομένων και ελέγχου του απορρέοντος ύδατος

#### α. Διευθέτηση των χειμαρρικών φαινομένων

-Γενικώς τα αείφυλλα σπερμοφυή κωνοφόρα δάση από πεύκη και ελάτη διατηρούνται λόγω της μεγάλης προστατευτικής τους αξίας. Τα διάκενα συμπληρώνονται με κωνοφόρα είδη, τα οποία υπόκεινται σε κατάλληλο δασοκομικό χειρισμό για την δημιουργία κανονικού υδρογεωνομικού δάσους. Σε έντονα υποβαθμισμένες δρυοσυστάδες ή γυμνές επιφάνειες όπου το έδαφος δεν έχει διαβρωθεί πολύ φύτευση κωνοφόρων ειδών. Σε αποπλυμένο έδαφος αναθάμνωση για την δημιουργία κανονικού υδρονομικού θαμνώνα.

- αποτροπή χαραδρωτής, φαραγγωτής και πρανικής διαβρώσεως: για τη στερέωση της κοίτης διαβάθμιση αυτής με τη βοήθεια υψηλών φραγμάτων στερέωσης σε αλληλοδιαδόχους σε συνδυασμό με παράλληλους τοίχους και προβόλους. Στερέωση των πρανών με τη βοήθεια φυτοκομικών έργων, κυρίως αναθαμνώσεων και αναχλοάσεων, υποβοηθούμενα από μικρά τεχνικά έργα όπως παράλληλοι τοίχοι κ.λπ.

- Αποτροπή γεωκατακρίμνησεων: Με τη δημιουργία κατάλληλου υδρογεωνομικού δάσους. Όπου αυτό παρουσιάζει δυσκολίες στερέωση των κινούμενων στερών υλικών με μικρά τεχνικά έργα όπως παράλληλοι τοίχοι για τη δημιουργία φυσικότερων κλίσεων και σταθεροποίησή τους με αναθαμνώσεις. Αν και αυτό παρουσιάζει δυσκολίες συγκράτηση των κινούμενων υλικών με φράγματα συγκράτησης υλικών σε μέρος της κοίτης μέχρι την κοίτη εκκένωσης και τη συλλογή αυτών σε ειδικές δεξαμενές απόθεσης κατασκευαζόμενες στον κώνο πρόσχωσης.

β. Έλεγχος του απορρέοντος νερού

Τεχνικά ή αγροτεχνικά έργα λόγω ισχυρών κλίσεων και έντονων χειμαρρικών φαινομένων αποκλείονται. Μόνο η δημιουργία κατάλληλου υδρογεωνομικού δάσους είναι δυνατή.

### **Μικρότυπος 4355**

A. Περιγραφή περιβάλλοντος

Υπερθαλάσσιο ύψος 1001-1400m. Κλίση εδάφους μεγάλη. Πέτρωμα:φλύσχης. Ετήσιο ύψος βροχής 1001-1400mm, μεγάλης ραγδαιότητας. Ετήσιο θερμοκρασιακό εύρος σημαντικό. Αριθμός ημερών χιονιού μεγάλος. Ομβροθερμικό διάγραμμα τύπου D. Βλάστηση από αείφυλλα σπερμοφυή κωνοφόρα δάση (πεύκη-ελάτη), λίγο υποβαθμισμένα. Ο οικότυπος εμφανίζεται σε ορεινές και πολύ ορεινές περιοχές.

## B. Χαρακτηριστικά γνωρίσματα οικοτύπου

### α. Σε γυμνό ( ακάλυπτο) έδαφος

Διαβρώσεις: πολύ έντονη επιφανειακή και αυλακωειδής διάβρωση, εντονότατη χαραδρωτική, φαραγγωτή και πρανική. Διαβρωσιγενείς επιφάνειες σαφείς. Αποσαθρώσεις: Σημαντικές. Γεωκατακρημνήσεις: Σημαντικές, πολλές φορές από υποσκαφή του πρανούς. Σαφείς ρηξιγενείς επιφάνειες. Γεωλισθήσεις: Μεγάλου πλήθους, εκτάσεως και εντάσεως, πολλές φορές βαθιές με σαφείς ολισθηγενείς επιφάνειες. Διαπερατότητα πετρώματος: Πολύ μικρή. Πυκνότητα υδρογραφικού δικτύου: Πολύ μεγάλη.

### β. Σε έδαφος καλυμμένο από προστατευτική βλάστηση

Όπου η επικρατούσα βλάστηση από σπερμοφυή αείφυλλα κωνοφόρα δάση δεν είναι πολύ υποβαθμισμένη, αποτρέπεται πλήρως η επιφανειακή και αυλακοειδής διάβρωση και εν μέρει η αποσάθρωση, οι γεωκατακρημνίσεις και οι επιπόλαιες γεωλισθήσεις, όχι όμως και η χαραδρωτική, φαραγγωτή, πρανική διάβρωση και οι βαθιές γεωλισθήσεις.

### γ. Μορφολογία του τοπίου

Επιφάνεια τοπίου εντόνως κυματοειδής λόγω των πολλών ολισθήσεων. Ράχες και κορυφές ελαφρά αποστρογγυλωμένες, ενίοτε με απότομες εναλλαγές κλίσεων, κλιτύες και κοίτες ρευμάτων ισχυρής κλίσης. Διατομές αβαθών χαραδρώδων συνήθως τριγωνικές ή οξείας γωνίας, βαθύτερες σύνθετες τριγωνικές-υοειδής. Οι μεγάλες χαράδρες είναι υοειδούς διατομής με απότομα πρανή, σχεδόν κατακόρυφα στο κατώτερο μέρος. Μεταφερόμενα στερεά υλικά από πολύ ογκώδη έως και πολύ λεπτά. Στερεομεταφορά πολύ μεγάλης

έντασης, που ενίοτε κινείται με τη μορφή λάβας. Το τοπίο δίνει την εικόνα μιας συνεχούς αργής κίνησης.

### Γ. Περιοχή εμφάνισης

Στη δυτική Μακεδονία (επί της Πίνδου).

### Δ. Αρχές και μέτρα διευθέτησης των χειμαρρικών φαινομένων και ελέγχου του απορέοντος ύδατος

#### α. Διευθέτηση των χειμαρρικών φαινομένων

-Αποτροπή επιφανειακής, αυλακοειδούς διαβρώσης και αποσάθρωσης: Οι μη έντονα υποβαθμισμένες συστάδες οξιάς διατηρούνται και καλλιεργούνται κατάλληλα. Τα διάκενα συμπληρώνονται με κωνοφόρα είδη.

Σε έντονα υποβαθμισμένες δρυοσυστάδες ή γυμνές επιφάνειες με αποπλυμένο έδαφος αναθάμνωση για την δημιουργία κανονικού υδρονομικού θαμνώνα, ενώ σε μέτρια διαβρωμένα βαθύτερα εδάφη αναδάσωση με κωνοφόρα είδη για τη δημιουργία υδρογεωνομικού δάσους, με τη βοήθεια και μικρών τεχνικών έργων υποστήριξής τους. Γεωργικές καλλιέργειες λόγω των μεγάλων κλίσεων, των δυσμενών κλιματικών συνθηκών και των έντονων χειμαρρικών φαινομένων πρέπει κατά κανόνα να αποκλείονται.

- αποτροπή χαραδρωτής, φαραγγωτής και πρανικής διαβρώσεως: για τη στερέωση της κοίτης διαβάθμιση αυτής με τη βοήθεια υψηλών φραγμάτων στερέωσης σε αλληλοδιαδόχους, ενίοτε και σε αλληπάλληλες σειρές, σε συνδυασμό με παράλληλους τοίχους και προβόλους. Στερέωση των πρανών με τη βοήθεια φυτοκομικών έργων, κυρίως αναθαμνώσεων και αναχλοάσεων,

υποβοηθούμενα από μικρά τεχνικά έργα όπως παράλληλοι τοίχοι κ.λπ. και όποτε είναι αναγκαίο και απόξεση των πρανών.

- Αποτροπή γεωκατακρημνήσεων: Εφ' όσον οφείλονται στην υποσκαφή του πρανούς αποτρέπονται με ειδικά φράγματα στερέωσης σε αλληπάλληλες πολλές σειρές σε συνδιασμό με φυτοκομικά έργα, κυρίως αναθαμνώσεις, για τη σταθεροποίηση των ρηξιγενών επιφανειών.

β. Έλεγχος του απορρέοντος νερού

Λόγω του κινδύνου των ολισθήσεων επιβάλλεται η καλή στράγγιση της περιοχής αντί της συγκράτησης του απορρέοντος νερού.

### **Το φαινόμενο της απορροής**

Από το νερό που φθάνει στην επιφάνεια της γης σαν κατακρήμιση, ένα μέρος του συγκρατείται από το φύλλωμα των φυτών που καλύπτει το έδαφος. Η ποσότητα του νερού που συγκρατείται με τον τρόπο αυτό, δεν είναι σταθερή αλλά εξαρτάται από το είδος και το ποσοστό της φυτοκάλυψης και τα χαρακτηριστικά του κατακρημνίσματος. Ένα άλλο μέρος του νερού συγκρατείται από τις εδαφικές κοιλότητες και ένα τρίτο γυρίζει πάλι πίσω στην ατμόσφαιρα με τη διαδικασία της εξάτμισης και της διαπνοής. Το υπόλοιπο κινείται στην επιφάνεια του εδάφους ή διηθείται στο έδαφος. Από το διηθούμενο νερό ένα μέρος κινείται πλευρικά, αμέσως κάτω από την επιφάνεια του εδάφους και ξαναεμφανίζεται στην επιφάνεια του εδάφους ή τις κοίτες των ρευμάτων, ενώ το υπόλοιπο πηγαίνει σε βαθύτερα στρώματα και εμπλουτίζει την κορεσμένη ζώνη από την οποία, πάλι κινούμενο πλευρικά, μπορεί να φθάσει στην κοίτη κάποιου

ρεύματος ή να φύγει έξω από τα όρια της υδρολογικής λεκάνης (Παπαμιχαήλ, 2004).

Το νερό που φθάνει σε ένα υδάτινο ρεύμα με κάποιο από τους παραπάνω τρόπους αποτελεί την απορροή. Ειδικότερα το μέρος εκείνο του νερού που φθάνει στο ρεύμα κινούμενο πάνω στην επιφάνεια του εδάφους αποτελεί την επιφανειακή απορροή, το μέγεθος της οποίας είναι συνάρτηση των χαρακτηριστικών του κατακρημνίσματος και της τοπογραφικής και εδαφολογικής διαμόρφωσης της περιοχής, που συνεισφέρει νερό στο ρεύμα.

### **Λεκάνη απορροής**

Η έκταση που τροφοδοτεί με νερό απορροής ένα ρεύμα αποτελεί τη λεκάνη απορροής του ρεύματος αυτού. Στη φύση, τα όρια της περιοχής που συνεισφέρει υπόγειο νερό σε ένα ρεύμα μπορεί να μη ταυτίζονται με αυτά της περιοχής που συνεισφέρει επιφανειακή απορροή. Γενικά, όταν η λεκάνη απορροής είναι μεγάλη, τα όρια των δύο αυτών περιοχών θεωρούνται ότι πρακτικά ταυτίζονται. Στην περίπτωση μικρών λεκανών είναι δυνατό υπόγειο νερό να μετακινηθεί από μια λεκάνη στη γειτονική της ή και πολύ μακρύτερα. Αυτό προκαλεί ορισμένες ασάφειες κατά τον καθορισμό των ορίων των λεκανών. Για να ξεπεραστούν οι ασάφειες αυτές έχει επικρατήσει να θεωρείται σαν υδρολογική λεκάνη η έκταση που συνεισφέρει νερό άμεσης απορροής σε ένα ρεύμα (Παπαμιχαήλ, 2004).

Το όριο που χωρίζει μια υδρολογική λεκάνη από τις γειτονικές της λέγεται υδροκρίτης. Ο υδροκρίτης ακολουθεί την κορυφογραμμή γύρω από τη λεκάνη και διασταυρώνει το ρεύμα μόνο στο σημείο εξόδου του. Συχνά, είναι αναγκαίο

για πρακτικούς λόγους να χωριστεί μια μεγάλη λεκάνη σε μικρότερες. Οι μικρότερες αυτές λεκάνες λέγονται υπολεκάνες ή συμβάλλουσες και ορίζονται από εσωτερικούς υδροκρίτες. Οι υδρολογικές λεκάνες έχουν ορισμένα χαρακτηριστικά, που διαμορφώνουν σε μεγάλο βαθμό την υδρολογική συμπεριφορά τους.

### **3.4 Μορφομετρικά και υδρογραφικά χαρακτηριστικά των λεκανών απορροής**

Τα σπουδαιότερα γνωρίσματα των λεκανών απορροής που εκφράζουν τη μορφομετρία τους είναι: το εμβαδό, η περίμετρος, ο βαθμός στρογγυλομορφίας, η υψομετρία της λεκάνης (το ελάχιστο, το μέγιστο και το μέσο υψόμετρο), το ανάγλυφο και οι κλίσεις εδάφους της λεκάνης απορροής (η μέση κλίση της λεκάνης και η διαφορά μεγίστου-ελαχίστου υψομέτρου-μέγιστο ανάγλυφο) (Τσακίρης, 1995).

Από υδρογραφική άποψη τα σημαντικότερα γνωρίσματα των λεκανών απορροής είναι η μορφή και η πυκνότητα του υδρογραφικού δικτύου, το μήκος και η μέση κλίση της κεντρικής κοίτης (Τσακίρης 1995).

Η περιοχή μελέτης, όπως έχει ήδη προαναφερθεί αποτελείται από τρία δασικά τμήματα τα οποία με τη σειρά τους διακρίνονται σε έξι συστάδες. Ο διαχωρισμός αυτός έχει γίνει με βάση τη διαχειριστική μελέτη του Δασαρχείου Καρδίτσας για την περίοδο 1998 έως 2007 και εξυπηρετεί τους διαχειριστικούς σκοπούς που έχει θέσει το δασαρχείο, λαμβάνοντας υπόψη το είδος βλάστησης, τη διαχειριστική μορφή της βλάστησης και τα φυσικά όρια (προφορική διευκρίνιση από τον υπεύθυνο δασολόγο κ. Στουρνάρα Σωτήριο).



Για της ανάγκες της παρούσα έρευνας, και αφού τα όρια των συστάδων δεν αποτελούν απαραίτητα και υδροκρίτες, γίνεται εκ νέου διαχωρισμός σε λεκάνες απορροής.

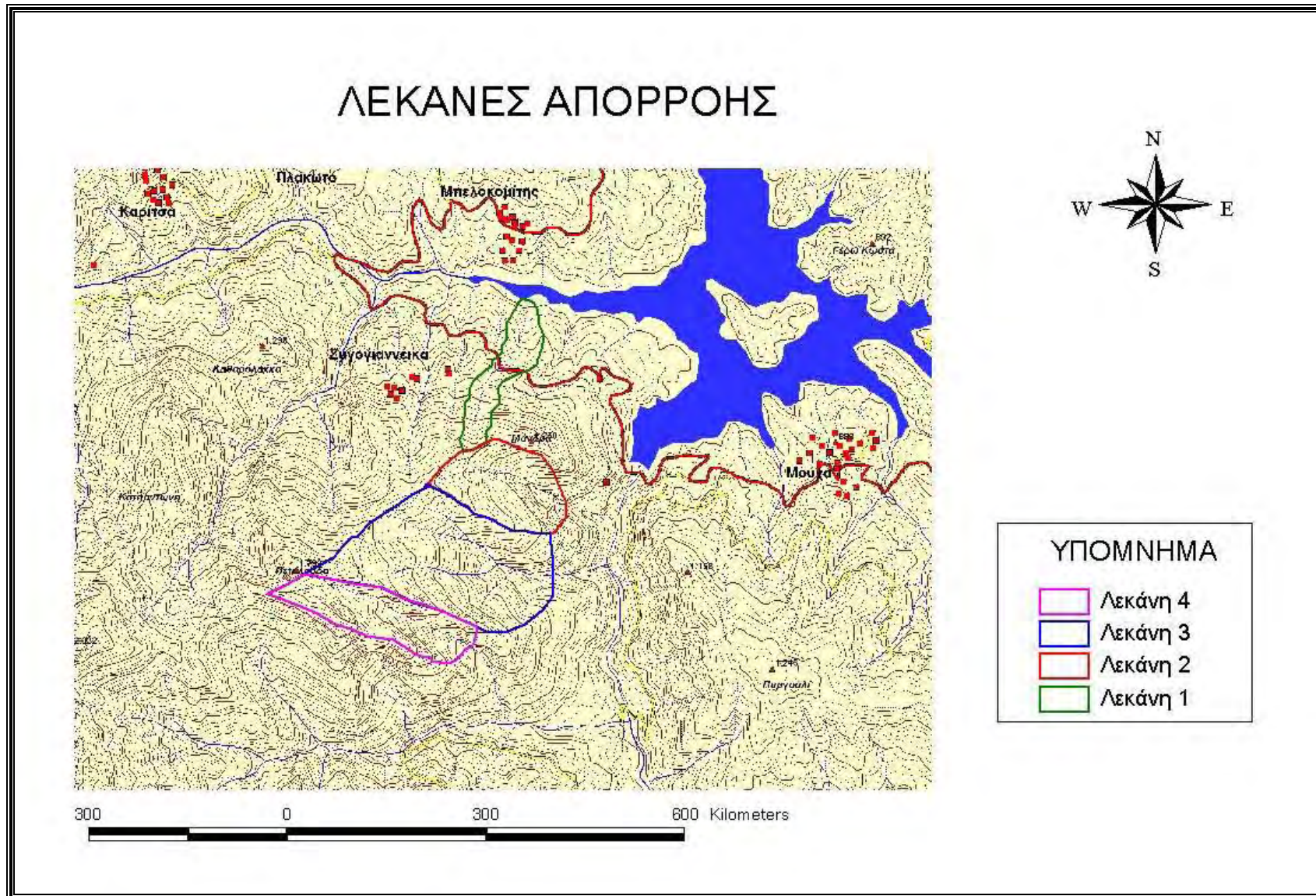
Το τμήμα 12 και οι συστάδες 15α και 15β, με ανάλογα χαρακτηριστικά, αποτελούν μια ομάδα μικροχειμμάτων, από την οποία θα μελετηθεί αντιπροσωπευτικά ένας μικροχείμμαρος και η λεκάνη απορροής του και τα αποτελέσματα θα αναχθούν στο σύνολο της έκτασης. Αυτό θα αποτελέσει και την πρώτη λεκάνη απορροής που στο εξής θα αναφέρεται ως λεκάνη 1.

Η συστάδα 14 γ αποτελεί από μόνη της λεκάνη απορροής, αφού τα όριά της είναι ο υδροκρίτης της. Η λεκάνη αυτή στο εξής θα αναφέρεται ως λεκάνη 2.

Η συστάδα 15 β, διασπάται σε δύο μέρη με υδρολογικά κριτήρια και το βορειότερο από αυτά θα αποτελέσει την υδρολογική ενότητα με την ονομασία λεκάνη 3.

Το νοτιότερο μέρος της συστάδας 14β καθώς και το σύνολο της συστάδας 14α θα αποτελέσουν την λεκάνη 4.

Ακολουθεί ο χάρτης στον οποίο φαίνονται τα όρια της κάθε λεκάνης απορροής (εικ. 28).



Εικόνα 28: Λεκάνες απορροής της περιοχής έρευνας

Στην συνέχεια θα υπολογιστούν τα μορφομετρικά και υδρογραφικά χαρακτηριστικά για την κάθε μία από της λεκάνες απορροής της περιοχής μελέτης.

#### Μορφομετρικά χαρακτηριστικά

α) Εμβαδό λεκάνης απορροής  $E$  ( $\text{Km}^2$ ): προκύπτει από την οριζόντια προβολή της επιφάνειας που περιβάλλει ο υδροκρίτης μέχρι την κοίτη εκκένωσης του ρεύματος. Από το πολυγωνικό επίπεδο που δημιουργήθηκε έπειτα από την ψηφιοποίηση του υδροκρίτη των λεκανών λαμβάνουμε την τιμή του εμβαδού των λεκανών απορροής.

β) Περίμετρος,  $U$  (km): είναι το μήκος του υδροκρίτη της λεκάνης. Από το πολυγωνικό επίπεδο που δημιουργήθηκε έπειτα από την ψηφιοποίηση του υδροκρίτη των λεκανών παίρνουμε την τιμή του μήκους της περιμέτρου.

γ) Βαθμός στρογγυλομορφίας,  $B$ : υπολογίστηκε από τον τύπο  $B=E/U$  όπου  $E$  το εμβαδό της λεκάνης απορροής ( $\text{Km}^2$ ) και  $U$  η περίμετρος της λεκάνης απορροής (Km). Στρογγυλόμορφες λεκάνες οδηγούν σε γρήγορη συγκέντρωση του νερού και επομένως σε μεγαλύτερες υδατοπαροχές. Αντίθετα επιμήκεις λεκάνες απαιτούν μεγαλύτερο χρόνο συγκέντρωσης του νερού και γι αυτό, με τις ίδιες συνθήκες εμφανίζουν μικρότερες παροχές.

δ) Ελάχιστο υψόμετρο  $H_{\min}$  (m): Είναι το υψόμετρο λεκάνης στην έξοδο του χειμαρικού ρεύματος στην πεδινή περιοχή. Προσδιορίστηκε από τον τοπογραφικό χάρτη της Γ.Υ.Σ σε κλίμακα 1:50.000

ε) Μέγιστο υψόμετρο  $H_{max}$  (m): Είναι το μεγαλύτερο υψόμετρο της περιοχής της λεκάνης απορροής όπως αυτή καθορίζεται από τον υδροκρίτη της. Προσδιορίστηκε από τον τοπογραφικό χάρτη της Γ.Υ.Σ σε κλίμακα 1:50.000

στ) Μέσο υψόμετρο  $H_{min}$  (m): υπολογίζεται από τον τύπο 
$$H_{med} = \frac{\sum(LiHi)}{\sum L}$$
 όπου  $L_i$  το μήκος της χωροσταθμικής καμπύλης (Km),  $H_i$  το υψόμετρο της αντίστοιχης χωροσταθμικής καμπύλης (Km).

Για τον υπολογισμό του μέσου υψομέτρου λάβαμε τα δυο επίπεδα που δημιουργήθηκαν από την ψηφιοποίηση, δηλαδή τα επίπεδα των ισοϋψών και των λεκανών. Στην συνέχεια έγινε επίθεση του επιπέδου των λεκανών στο επίπεδο των ισοϋψών, με αποτέλεσμα να δημιουργηθεί για κάθε λεκάνη ένα ανεξάρτητο γραμμικό επίπεδο μόνο με τις ισοϋψείς που περιέχονται σε κάθε λεκάνη. Το γραμμικό επίπεδο των ισοϋψών περιέχει την πληροφορία σε ένα πεδίο, του μήκους της ισοϋψούς και σε άλλο πεδίο, του υψομέτρου της. Τελικά, ο υπολογισμός γίνεται χρησιμοποιώντας τον τύπο του μέσου υψομέτρου .

ζ) Μέγιστο ανάγλυφο ή υψομετρική διαφορά  $H_r(m)$ : εκφράζει την υψομετρική διαφορά μεταξύ του μεγίστου και του ελαχίστου υψομέτρου.

Από τον υπολογισμό του μέσου υψομέτρου έχουμε τα μήκη και τα υψόμετρα των χωροσταθμικών, οπότε η εύρεση της υψομετρικής διαφοράς είναι μια απλή αφαίρεση.

η) Μέση κλίση της λεκάνης  $J_i$  (%) υπολογίζεται από τον τύπο 
$$J_i = \frac{\Delta H \Sigma I}{F} 100$$
 όπου  $\Delta H$  η ισοδιάσταση των χωροσταθμικών καμπύλων (Km),  $\Sigma I$  το άθροισμα των μηκών όλων των χωροσταθμικών της λεκάνης (Km), και  $F$  το εμβαδόν της

λεκάνης απορροής ( $Km^2$ ). Υπολογίζεται εφαρμόζοντας τον τύπο και αξιοποιώντας τα στοιχεία (μήκος χωροσταθμικών) που προέκυψαν κατά τον υπολογισμό του μέσου υψομέτρου.

Υδρογραφικά χαρακτηριστικά:

α) Πυκνότητα υδρογραφικού δικτύου  $D$  ( $km/km^2$ ) εκφράζει το μήκος των

ρευμάτων στη μονάδα της επιφανείας. Υπολογίζεται από τον τύπο  $D = \frac{\Sigma L}{E}$ , όπου  $\Sigma L$  το συνολικό μήκος των ρευμάτων της λεκάνης ( $Km$ ),  $E$  το εμβαδό της λεκάνης απορροής ( $km^2$ ).

β) Μήκος κεντρικής κοίτης,  $L$  ( $km$ ): κεντρική κοίτη ενός χειμαρρικού ρεύματος είναι η κοίτη, που αρχίζει από τα χαμηλότερα σημεία της λεκάνης απορροής και φθάνει σχεδόν μέχρι τον υδροκρίτη στις ψηλότερες περιοχές. Έχει το μεγαλύτερο μήκος ή αποστραγγίζει την μεγαλύτερη επιφάνεια στον χώρο της λεκάνης. Ψηφιοποιήθηκε η κεντρική κοίτη και η πληροφορία για το μήκος της προέκυψε από το πρόγραμμα σε ξεχωριστό πεδίο.

γ) Μέση κλίση κεντρικής κοίτης  $J_k$  (%): οι κλίσεις που επικρατούν σε μια λεκάνη απορροής παρουσιάζουν έντονες εναλλαγές, γι' αυτό και υπολογίζεται μια αντιπροσωπευτική μέση κλίση, δηλαδή ο μέσος όρος των κλίσεων που επικρατούν σε σχέση με την έκταση που αυτές καταλαμβάνουν. Υπολογίσθηκε

από τον τύπο  $J_k = \frac{\Sigma(L \cdot J_s)}{\Sigma L}$  όπου  $L$  το μήκος του τμήματος μεταξύ των

χωροσταθμικών ( $km$ ) και  $J_s$ , όπου  $J_s = \frac{\Delta H \cdot \Sigma I}{F}$ , η κλίση του παραπάνω

τμήματος (%).

Για κάθε λεκάνη από το γραμμικό επίπεδο των ρευμάτων εντοπίστηκε η κεντρική κοίτη και εξήχθη σε ένα νέο γραμμικό επίπεδο το οποίο όμως περιείχε μόνο την κεντρική κοίτη. Σε αυτό το νέο γραμμικό θέμα ενοποιήθηκε (χωρίς όμως να χάσει την πληροφορία ότι πρόκειται για ρεύμα) με το γραμμικό επίπεδο των ισοϋψών. Το αποτέλεσμα ήταν να χωρισθεί η κεντρική κοίτη σε τόσα τμήματα όσοι και οι κόμβοι μεταξύ ρευμάτων και ισοϋψών. Καθένα από αυτά τα τμήματα είχε διαφορετικό μήκος αλλά την ίδια ισοδιάσταση.

Στην συνέχεια το αποτέλεσμα της διαίρεσης του μήκους των μεμονωμένων τμημάτων μεταξύ των ισοϋψών και της ισοδιάστασης πολλαπλασιάστηκε με το μήκος των ισοϋψών και υπολογίστηκαν τα αθροίσματα που απαιτούνταν για τον υπολογισμό της μέσης κλίση; της κεντρικής κοίτης.

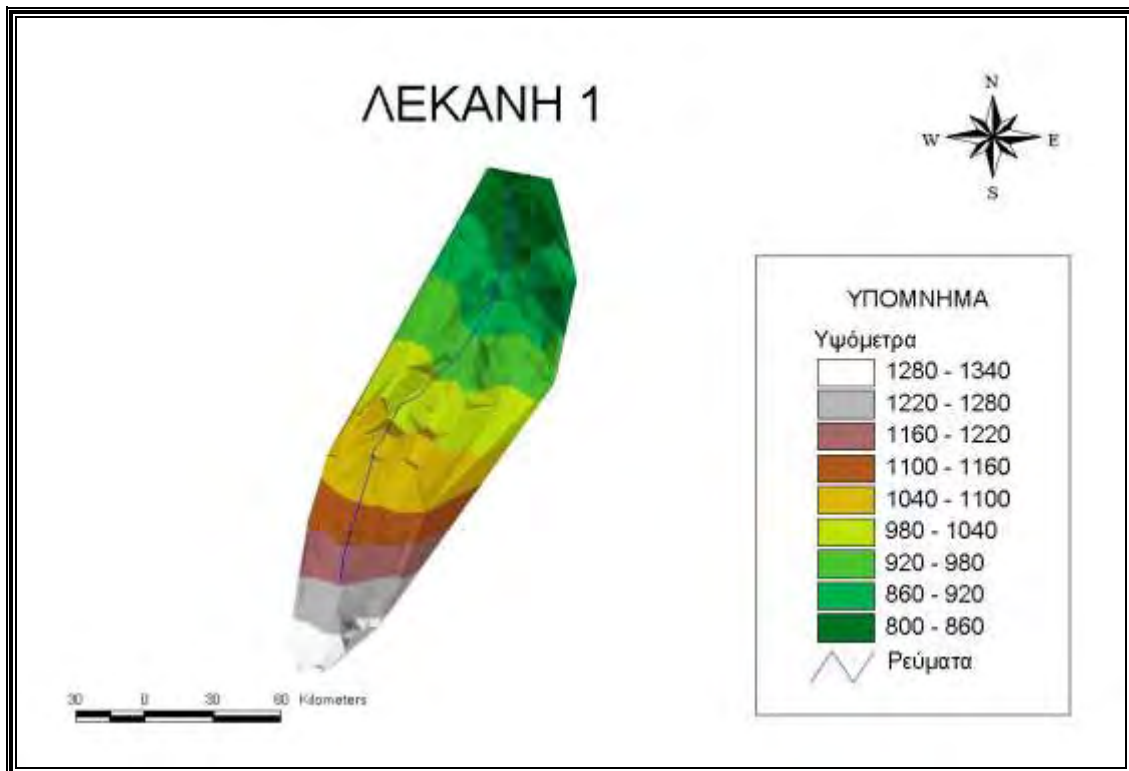
Πίνακας 26 : Μορφομετρικά και υδρογραφικά χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν

A/A	Χαρακτηριστικά	Σύμβολα
Μορφομετρικά		
1.	Εμβαδό λεκάνης απορροής	E
2.	Περίμετρος	U
3.	Βαθμός στρογγυλομορφίας	B
4.	Ελάχιστο υψόμετρο	$H_{min}$
5.	Μέγιστο υψόμετρο	$H_{max}$
6.	Μέσο υψόμετρο	$H_{med}$
7.	Μέγιστο ανάγλυφο	$H_r$
8.	Μέση κλίση λεκάνης	$J_l$

Υδρογραφικά		
9.	Πυκνότητα υδρογραφικού δικτύου	D
10.	Μήκος κεντρικής κοίτης	L
11.	Μέση κλίση κεντρικής κοίτης	$J_k$

## ΛΕΚΑΝΗ 1

Στην εικ. 29 φαίνεται το ανάγλυφο του εδάφους της λεκάνης 1.



Εικόνα 29: Ανάγλυφο λεκάνης απορροής 1

Μορφομετρικά χαρακτηριστικά

Το εμβαδό της λεκάνης 1 είναι  $0,3575 \text{ km}^2$  ενώ το συνολικό εμβαδό της ομάδας μικροχειμμάτων που αυτή αντιπροσωπεύει είναι  $2,845 \text{ km}^2$ . Έχει περίμετρο  $3,3 \text{ km}$  και ο βαθμός στρογγυλομορφίας της όπως αυτός προκύπτει από τον τύπο

$B = \frac{E}{U}$  είναι 0,11, που αντιστοιχεί σε ιδιαίτερα επιμήκη λεκάνη, και αυτό με τη

σειρά του αντιστοιχεί σε μεγάλο χρόνο συγκέντρωσης των νερών της βροχής.

Το ελάχιστο υψόμετρο της λεκάνης είναι 800 m ενώ το μέγιστο 1320 m.

Για τον υπολογισμό του μέσου υψομέτρου χρησιμοποιήθηκαν οι κύριες χωροσταθμικές καμπύλες. Τα αποτελέσματα φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 27: Υπολογισμός μέσου υψομέτρου

Αριθμός χωροσταθμικής	Μήκος χωροσταθμικής I (km)	Υψόμετρο χωροσταθμικής H (km)	I*X
1	0,125	0,8	0,1
2	0,4	0,9	0,36
3	0,25	1	0,25
4	0,25	1,1	0,275
5	0,2	1,2	0,24
6	0,225	1,3	0,2925
Σύνολο	1,45		1,5175

$$H_{\text{med}} = 1,517:1,45=1,05 \text{ km.}$$

Το μέγιστο ανάγλυφο είναι  $1320-800=520$  m και η μέση κλίση της λεκάνης

σύμφωνα με τον τύπο  $J_i = \frac{\Delta H \Sigma I}{F} 100$  είναι  $J=0.1*1.45/0.3575=0.41$ .



## Υδρογραφικά χαρακτηριστικά

Η πυκνότητα του υδρογραφικού δικτύου υπολογίστηκε από τον τύπο  $D = \frac{L}{F}$  και

είναι  $D=1,125/0,3575=3,15$  ενώ το μήκος της κεντρικής κοίτης ανέρχεται σε 1,125 km.

Για τον υπολογισμό της μέσης κλίσης της κεντρικής κοίτης χρησιμοποιήθηκαν οι βασικές χωροσταθμικές καμπύλες, υπολογίστηκε η κλίση μεταξύ των τμημάτων

σύμφωνα με τον τύπο  $J_i = \frac{\Delta H_{\Sigma I}}{F} 100$  και προέκυψε ο πίνακας που ακολουθεί.

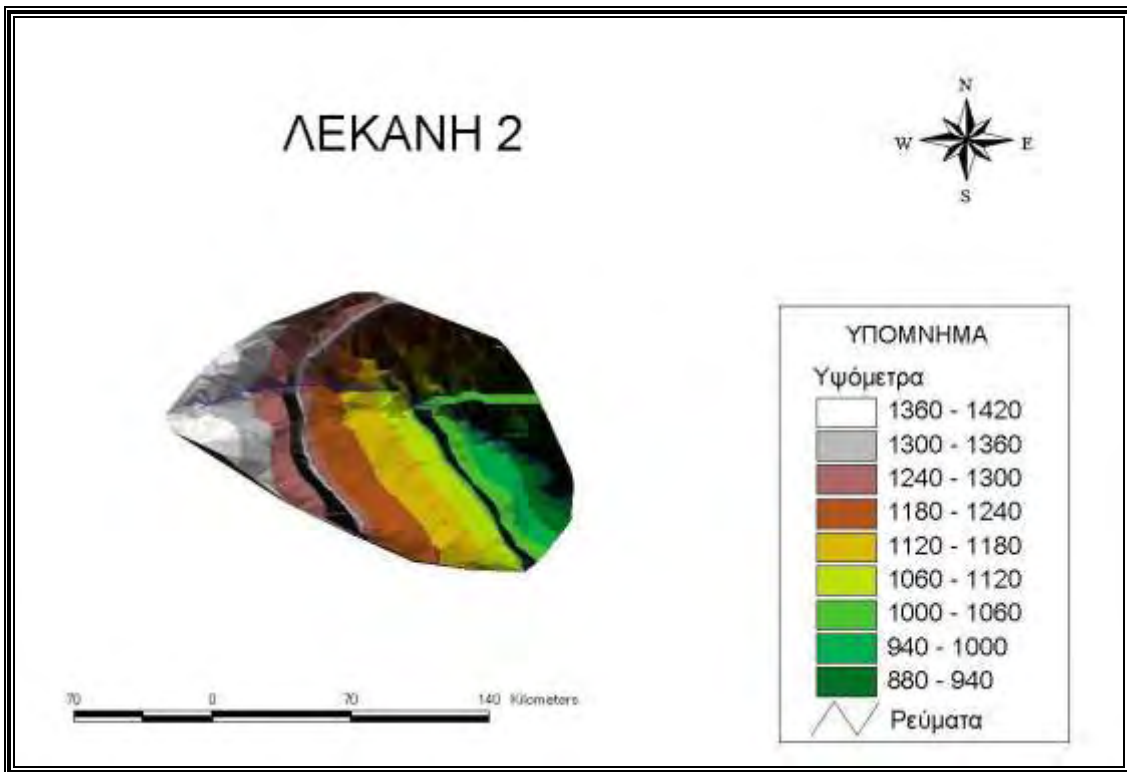
Πίνακας 28: Μήκος και κλίση μεταξύ χωροσταθμικών

Αριθμός τμήματος μεταξύ των χωροσταθμικών	Μήκος μεταξύ των χωροσταθμικών I (km)	Κλίση του τμήματος J	I*J
1	0,375	26,67	10
2	0,25	40	10
3	0,325	30,77	10
4	0,175	57,14	10
5	0,25	40	10
Σύνολο	1,375		50

Από τον πίνακα εύκολα προκύπτει  $J_s = 50/1.375=36.36\%$

## ΛΕΚΑΝΗ 2

Στην εικ. 30 φαίνεται το ανάγλυφο του εδάφους της λεκάνης 2.



Εικόνα 30: Ανάγλυφο λεκάνης απορροής 2

### Μορφομετρικά χαρακτηριστικά

Το εμβαδό της λεκάνης 2 είναι  $0,68 \text{ km}^2$ . Έχει περίμετρο  $3,1 \text{ km}$  και ο βαθμός στρογγυλομορφίας της είναι  $0,68/3,1=0,22$ , που αντιστοιχεί σε ιδιαίτερα επιμήκη λεκάνη, και αυτό με τη σειρά του αντιστοιχεί σε μεγάλο χρόνο συγκέντρωσης των νερών της βροχής. Το ελάχιστο υψόμετρο της λεκάνης είναι  $880 \text{ m}$  ενώ το μέγιστο  $1420 \text{ m}$ .

Για τον υπολογισμό του μέσου υψόμετρου χρησιμοποιήθηκαν οι κύριες χωροσταθμικές καμπύλες. Τα αποτελέσματα φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 29: Υπολογισμός μέσου υψόμετρου

Αριθμός χωροσταθμικής	Μήκος χωροσταθμικής I (km)	Υψόμετρο χωροσταθμικής H (km)	I*X
1	0,175	0,9	0,1575
2	0,75	1	0,75
3	0,95	1,1	1,045
4	0,975	1,2	1,17
5	0,675	1,3	0,8775
6	0,35	1,4	0,49
Σύνολο	3,875		4,49

$$H_{\text{med}} = 4,49:3,875=1,16\text{km.}$$

Το μέγιστο ανάγλυφο είναι  $1420-880=540$  m και η μέση κλίση της λεκάνης είναι  $J=0.1*3,875/0.68=0,57$ .

Υδρογραφικά χαρακτηριστικά

Η πυκνότητα του υδρογραφικού δικτύου είναι  $D=1,175/0,68=1,73$  ενώ το μήκος της κεντρικής κοίτης ανέρχεται σε 1,175 km.

Για τον υπολογισμό της μέσης κλίσης της κεντρικής κοίτης χρησιμοποιήθηκαν οι βασικές χωροσταθμικές καμπύλες, υπολογίστηκε η κλίση μεταξύ των τμημάτων

σύμφωνα με τον τύπο  $J_i = \frac{\Delta H \Sigma I}{F} 100$  και προέκυψε ο πίνακας που ακολουθεί.

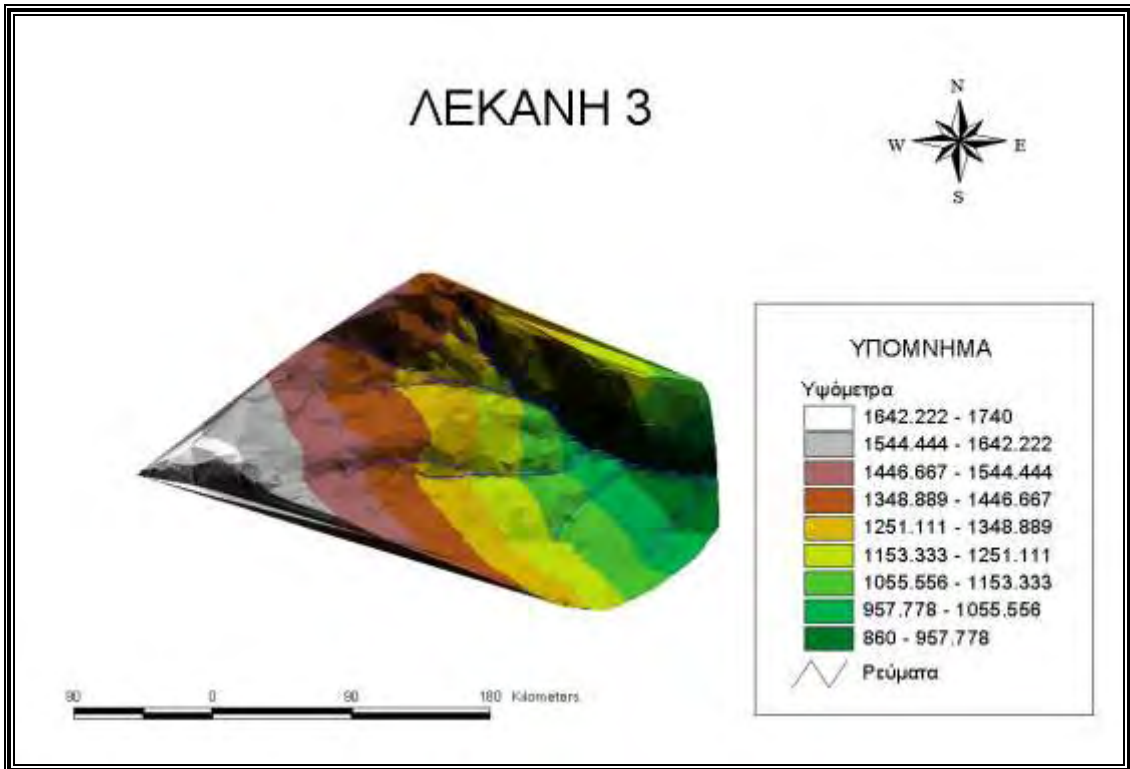
Πίνακας 30: Μήκος και κλίση μεταξύ χωροσταθμικών

Αριθμός τμήματος μεταξύ των χωροσταθμικών	Μήκος μεταξύ των χωροσταθμικών I (km)	Κλίση του τμήματος J	I*J
1	0,175	57,14	10
2	0,25	40	10
3	0,15	66,67	10
4	0,225	44,44	10
5	0,3	33,33	10
Σύνολο	1,1		50

Από τον πίνακα εύκολα προκύπτει  $J_s = 50/1,1 = 45,45\%$

### ΛΕΚΑΝΗ 3

Στην εικ. 31 φαίνεται το ανάγλυφο του εδάφους της λεκάνης 3.



Εικόνα 31: Ανάγλυφο λεκάνης απορροής 3

#### Μορφομετρικά χαρακτηριστικά

Το εμβαδό της λεκάνης 3 είναι  $1,43 \text{ km}^2$ . Έχει περίμετρο  $5,325 \text{ km}$  και ο βαθμός στρογγυλομορφίας της είναι  $1,43/5,325=0,27$ , που αντιστοιχεί σε ιδιαίτερα επιμήκη λεκάνη, και αυτό με τη σειρά του αντιστοιχεί σε μεγάλο χρόνο συγκέντρωσης των νερών της βροχής. Το ελάχιστο υψόμετρο της λεκάνης είναι  $860 \text{ m}$  ενώ το μέγιστο  $1720 \text{ m}$ .

Για τον υπολογισμό του μέσου υψομέτρου χρησιμοποιήθηκαν οι κύριες χωροσταθμικές καμπύλες. Τα αποτελέσματα φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 31: Υπολογισμός μέσου υψομέτρου

Αριθμός χωροσταθμικής	Μήκος χωροσταθμικής I (km)	Υψόμετρο χωροσταθμικής H (km)	I*X
1	0,45	0,9	0,405
2	1,05	1	1,05
3	1,375	1,1	1,5125
4	1,4	1,2	1,68
5	1,4	1,3	1,82
6	1,3	1,4	1,82
7	0,675	1,5	1,0125
8	0,4	1,6	0,64
9	0,2	1,7	0,34
Σύνολο	8,25		10,28

$H_{med} = 10,28 : 8,25 = 1,25$  km.

Το μέγιστο ανάγλυφο είναι  $1720 - 860 = 860$  m και η μέση κλίση της λεκάνης είναι

$J = 0.1 * 8,25 / 1,45 = 0,57$ .

Υδρογραφικά χαρακτηριστικά

Η πυκνότητα του υδρογραφικού δικτύου είναι  $D = 4,25 / 1,43 = 2,97$  ενώ το μήκος της κεντρικής κοίτης ανέρχεται σε 1,475 km.

Για τον υπολογισμό της μέσης κλίσης της κεντρικής κοίτης χρησιμοποιήθηκαν οι βασικές χωροσταθμικές καμπύλες, υπολογίστηκε η κλίση μεταξύ των τμημάτων

σύμφωνα με τον τύπο  $J_i = \frac{\Delta H \Sigma I}{F} 100$  και προέκυψε ο πίνακας που ακολουθεί.

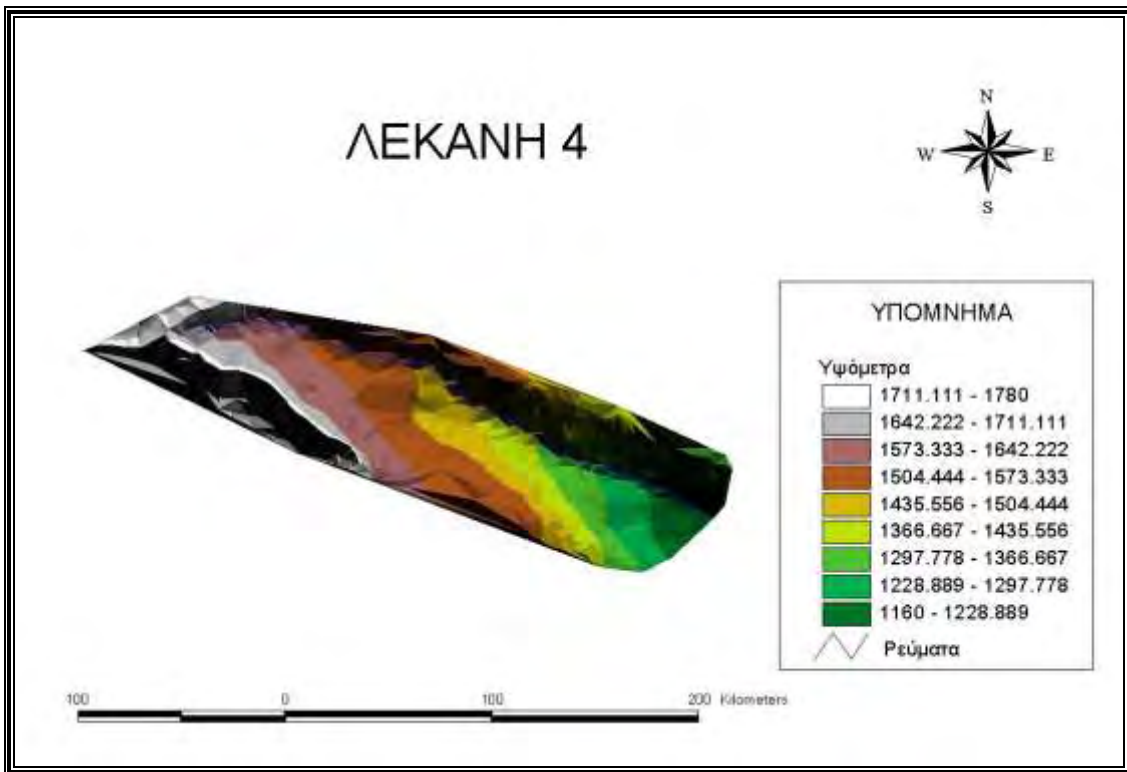
Πίνακας 32: Μήκος και κλίση μεταξύ χωροσταθμικών

Αριθμός τμήματος μεταξύ των χωροσταθμικών	Μήκος μεταξύ των χωροσταθμικών I (km)	Κλίση του τμήματος J	I*J
1	0,175	57,14	10
2	0,2	50	10
3	0,15	66,67	10
4	0,175	57,14	10
5	0,2	50	10
6	0,25	40	10
7	0,225	44,44	10
8	0,275	36,36	10
Σύνολο	1,65		80

Από τον πίνακα εύκολα προκύπτει  $J_S = 80/1,65=48,48\%$

## ΛΕΚΑΝΗ 4

Στην εικ. 32 φαίνεται το ανάγλυφο του εδάφους της λεκάνης 4.



Εικόνα 32: Ανάγλυφο λεκάνης απορροής 3

### Μορφομετρικά χαρακτηριστικά

Το εμβαδό της λεκάνης 4 είναι  $0,76 \text{ km}^2$ . Έχει περίμετρο  $3,9 \text{ km}$  και ο βαθμός στρογγυλομορφίας της είναι  $0,76/3,9=0,2$ , που αντιστοιχεί σε ιδιαίτερα επιμήκη λεκάνη, και αυτό με τη σειρά του αντιστοιχεί σε μεγάλο χρόνο συγκέντρωσης των νερών της βροχής. Το ελάχιστο υψόμετρο της λεκάνης είναι  $1160 \text{ m}$  ενώ το μέγιστο  $1760 \text{ m}$ .

Για τον υπολογισμό του μέσου υψόμετρου χρησιμοποιήθηκαν οι κύριες χωροσταθμικές καμπύλες. Τα αποτελέσματα φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί.



Πίνακας 33: Υπολογισμός μέσου υψόμετρου

Αριθμός χωροσταθμικής	Μήκος χωροσταθμικής I (km)	Υψόμετρο χωροσταθμικής H (km)	I*X
1	0,75	1,2	0,9
2	0,625	1,3	0,8125
3	0,95	1,4	1,33
4	0,75	1,5	1,125
5	0,75	1,6	1,2
6	0,325	1,7	0,5525
Σύνολο			5,92

$$H_{med} = 5,92 : 4,15 = 1,43 \text{ km}$$

Το μέγιστο ανάγλυφο είναι  $1760 - 1160 = 600 \text{ m}$  και η μέση κλίση της λεκάνης είναι  $J = 0,1 * 4,15 / 0,76 = 0,55$ .

Υδρογραφικά χαρακτηριστικά

Η πυκνότητα του υδρογραφικού δικτύου είναι  $D = 1,7 / 0,76 = 2,34$  ενώ το μήκος της κεντρικής κοίτης ανέρχεται σε  $1,7 \text{ km}$ .

Για τον υπολογισμό της μέσης κλίσης της κεντρικής κοίτης χρησιμοποιήθηκαν οι βασικές χωροσταθμικές καμπύλες, υπολογίστηκε η κλίση μεταξύ των τμημάτων

σύμφωνα με τον τύπο  $J_i = \frac{\Delta H \Sigma I}{F} 100$  και προέκυψε ο πίνακας που ακολουθεί.

Πίνακας 34: Μήκος και κλίση μεταξύ χωροσταθμικών

Αριθμός τμήματος μεταξύ των χωροσταθμικών	Μήκος μεταξύ των χωροσταθμικών I (km)	Κλίση του τμήματος J	I*J
1	0,175	57,14	10
2	0,2	50	10
3	0,175	57,14	10
4	0,25	40	10
5	0,175	57,14	10
Σύνολο	0,975		50

Από τον πίνακα εύκολα προκύπτει  $J_S = 50/0,975=51,28\%$

Πίνακας 35: Μορφομετρικά και υδρογραφικά χαρακτηριστικά των λεκανών απορροής της περιοχής έρευνας

Λεκάνη	Εμβαδό Λεκάνης Απορροής	Περίμετρος Λεκάνης Απορροής	Βαθμός στρωγ/ίας	Ελάχιστο υψόμετρο	Μέγιστο υψόμετρο	Μέσο υψόμετρο	Μέγιστο ανάγλυφο	Μέση κλίση λεκάνης	Μήκος κεντρικής κοίτης	Μέση κλίση κοίτης
	E	U	B	H <sub>min</sub>	H <sub>max</sub>	H <sub>med</sub>	H <sub>r</sub>	J <sub>l</sub>	L	J <sub>k</sub>
	Km <sup>2</sup>	Km	Km	m	m	m	m	%	Km	%
1	0,3575	3,3	0,11	800	1320	1050	520	0.41	1,0125	36,36
2	0,68	3,1	0,22	880	1420	1160	540	0.57	1,175	45,45
3	1,43	5,325	0,27	860	1720	1250	860	0.57	1,475	48,48
4	0,76	3,9	0,2	1160	1760	1430	600	0.55	1,7	51,28

### 3.5 Υδατικό ισοζύγιο

Κυρίαρχο ρόλο στο υδατικό ισοζύγιο μιας περιοχής παίζει η συμπεριφορά και το είδος της δασικής βλάστησης.

#### 3.5.1 Σχέση κομοδιαβροχής και υδατοσυγκράτησης σε σχέση με τα χαρακτηριστικά του φυλλώματος για τα κυρίαρχα είδη της περιοχής έρευνας

Η μορφή, το είδος και τα χαρακτηριστικά του φυλλώματος επηρεάζουν την κομοδιαβροχή και την υδατοσυγκράτηση κυρίως με τις δυνάμεις συνοχής και συνάφειας που αναπτύσσονται μεταξύ της επιφάνειας του φυλλώματος και του νερού (Παυλίδης, 2005). Επομένως, όσα από τα παραπάνω χαρακτηριστικά αυξάνουν τις δυνάμεις συνάφειας μεταξύ φύλλου και νερού ή αυξάνουν την ανά m<sup>3</sup> φυλλώματος διαβρεχόμενη επιφάνεια, αυξάνουν την κομοδιαβροχή και την υδατοσυγκράτηση. Αντίθετα όσα χαρακτηριστικά δημιουργούν συνθήκες μειωμένων δυνάμεων συνάφειας μεταξύ επιφάνειας νερού και φύλλου ή

αναπτύσσουν μικρότερη ανά  $m^3$  φυλλώματος διαβρεχόμενη επιφάνεια, μειώνουν την κομοδιαβροχή και την υδατοσυγκράτηση (Παυλίδης, 2005).

Με βάση τα παραπάνω προκύπτει ότι την κομοδιαβροχή και την υδατοσυγκράτηση αυξάνουν ή μειώνουν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά του φυλλώματος.

Πίνακας 36: Σχέση κομοδιαβροχής και υδατοσυγκράτησης σε σχέση με τα χαρακτηριστικά του φυλλώματος ( κατά Παυλίδη, 1995)

Χαρακτηριστικά που αυξάνουν την κομοδιαβροχή και την υδατοσυγκράτηση	Χαρακτηριστικά που μειώνουν την κομοδιαβροχή και την υδατοσυγκράτηση
Φύλλα βελόνες ή βελονοειδή φύλλα (όλα τα φύλλα των κωνοφόρων ειδών)	Φύλλα ευρεία και ομαλά πεπλατυσμένα (υβρίδια λεύκης, φλαμουριά, φουντούκια κλπ)
Φύλλα δερματώδη (ilex, διάφορα είδη δρυός κλπ)	Φύλλα λεία (σκλήθρο κλπ)
Φύλλα οξύληκτα πολυσχιδή (Πρίνος, Αριά κλπ)	Φύλλα με ομαλό τελικό περίγραμμα (κερασιά, οξιά κλπ)
Φύλλα χνοώδη ή με τριχίδια (Χνοώδης δρυς, Πλάτανος)	Φύλλα χωρίς κήρωμα και χνοώδης ή τριχωτές απολήξεις
Κλαδιά οριζόντια με φύλλωμα οριζόντιο ή φύλλα με οριζόντια τοποθέτηση	Κλαδιά κεκλιμένα ή έχοντα φύλλωμα κεκλιμένο κρεμάμενο προς τα κατόντη ή φύλλα με κεκλιμένη ή κατακόρυφη τοποθέτηση (κρεμάμενα φύλλα)

Σε ότι αφορά την περιοχή έρευνας, τα δασικά είδη που εμφανίζονται στη μεγαλύτερη έκταση, όπως έχει ήδη αναφερθεί είναι η πλατύφυλλη δρυς, η υβριδιογενής ελάτη, η καστανιά και η μαύρη Πεύκη. Με βάση τη βιβλιογραφία, τα χαρακτηριστικά του φυλλώματος για το καθένα από τα κυρίαρχα είδη έχει ως εξής:

Πλατύφυλλη δρυς: Φύλλα με επάνω επιφάνεια αρχικά τριχωτή και αργότερα γυμνή και κάτω επιφάνεια τριχωτή (Τσούμης, 1972) (αυξάνουν την κομοδιαβροχή και την υδατοσυγκράτηση)

Υβριδιογενής ελάτη: Φύλλα βελόνες (Αραμπατζής, 1998) (αυξάνουν την κομοδιαβροχή και την υδατοσυγκράτηση)

Καστανιά: Φύλλα πλατιά λογχοειδή που στην κάτω επιφάνειά τους αρχικά φέρουν πύλημα (Αραμπατζής, 1998) (αυξάνουν την κομοδιαβροχή και την υδατοσυγκράτηση) ενώ στη συνέχεια μένουν γυμνά (Αραμπατζής, 1998) (μειώνουν την κομοδιαβροχή και την υδατοσυγκράτηση)

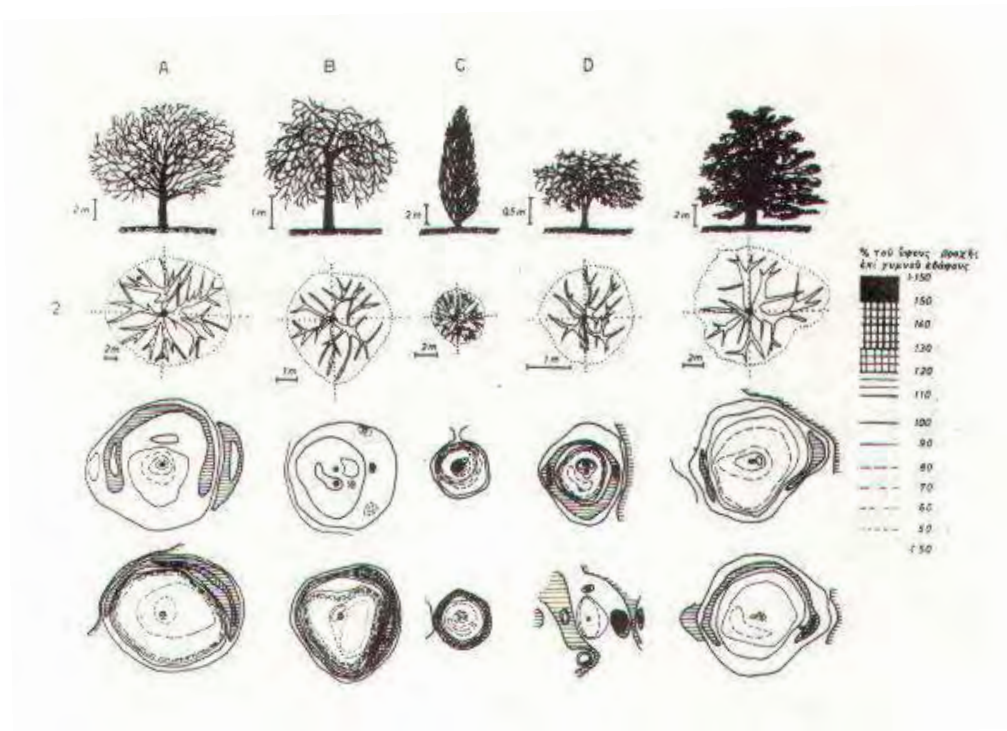
Μαύρη πεύκη: Φύλλα βελόνες (Αραμπατζής, 1998) (αυξάνουν την κομοδιαβροχή και την υδατοσυγκράτηση)

Εκτός όμως από τα χαρακτηριστικά του φυλλώματος, η υδατοσυγκράτηση επηρεάζεται σημαντικά και από την μορφή, (*habitus*) της κόμης των δασοπονικών ειδών και την κομοστέγη της δασικής βλάστησης. Η εξαιρετικά μεγάλη ποικιλία μορφής κόμης – ευρεία, στενή, πυκνή, διαφόρων χρωματικών αποχρώσεων, με πολλές ή λιγότερες διακλαδώσεις- που εμφανίζουν τα διάφορα δασοπονικά είδη οδηγούν και σε διαβάθμιση της υδατοσυγκρατητικής τους ικανότητας. Έτσι, τα είδη με πυραμιδοειδή κόμη (κυπαρίσσι, είδη

πυραμιδοειδών λευκών) έχουν μικρότερη υδατοσυγκράτηση έναντι ειδών με οποιαδήποτε άλλη μορφή κόμης (Κωτούλας, 1995)..

Η υδατοσυγκράτηση είναι μεγαλύτερη στα κωνοφόρα από ότι στα πλατύφυλλα και αυξάνει με την αύξηση της ηλικίας, της βιομάζας, κομοστέγης. Κατά κανόνα, καθώς αυξάνεται το μέγεθος της κόμης των δασοπονικών ειδών ή της κομοστέγης της δασικής βλάστησης – σε ύψος, εύρος, επικάλυψη, προβολή και περίμετρο - αυξάνεται και η υδατοσυγκράτηση (Παυλίδης, 2005).

Χαρακτηριστική άποψη των παραπάνω σχέσεων παρουσιάζεται στην εικ. 33 που ακολουθεί.



Εικόνα 33: Υδατοσυγκράτηση και είδος κόμης (Από Κωτούλα, 1995)

Κατανομή της διαπερώσας βροχής κατά το χειμώνα (τρίτη σειρά) και κατά το καλοκαίρι (τέταρτη σειρά), σε δέντρα με διαφορετική μορφή κόμης κατά Linskens (Κωτούλας, 1995).

Στην περιοχή έρευνάς μας, τα κυρίαρχα είδη, σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, παρουσιάζουν τις μορφές κόμης που περιγράφονται παρακάτω:

Πλατύφυλλη δρυς: κόμη αρχικά ωοειδή και αργότερη κυκλική (Τσούμης, 1972)\ σφαιρική (Αραμπατζής, 1998).

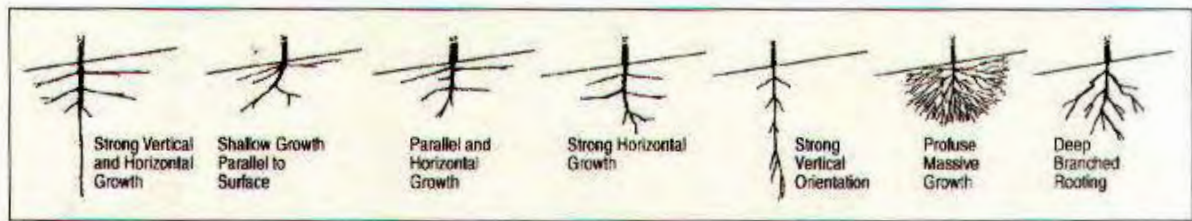
Υβριδιογενής ελάτη: Κόμη ευρέως κωνική (Τσούμης, 1972) με θολοειδή κορυφή ( Flora Hellenica, 1997)

Καστανιά: Κόμη πλατιά (Κατσαρός, 2003).

Μαύρη πεύκη: κόμη πλατιά πυραμιδοειδής, αργότερα ομπρελοειδής (Τσούμης, 1972), με θολωτή κορυφή (Αραμπατζής, 1998).

### **Ριζικό σύστημα και προστασία του εδάφους**

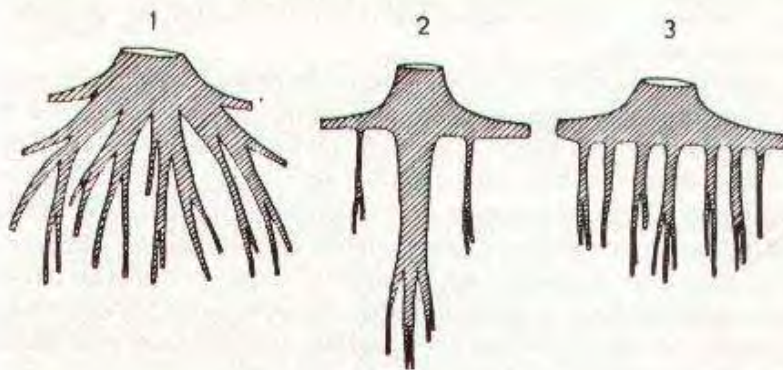
Το δάσος, με τον δασικό τάπητα αλλά και το ριζικό σύστημα των δασοπονικών ειδών έχει ιδιάζοντα ρόλο στην προστασία των εδαφών από την επιφανειακή διάβρωση. Η δασική βλάστηση αυξάνει τη διηθητική ικανότητα του εδάφους ενώ ταυτόχρονα εξαναγκάζει τις σταγόνες της βροχής να προσκρούουν ομαλότερα στο έδαφος, μειώνοντας ουσιαστικά την επιφανειακή απορροή και συμβάλλοντας στην αποτροπή της επιφανειακής διάβρωσης (Cheng et al, 2002). Στη διεθνή βιβλιογραφία υπάρχουν αναφορές που υποστηρίζουν την ευεργετική επίδραση των δασών στην αύξηση της σταθερότητας των εδαφών με κλίση και την συμβολή τους στην μείωση των ζημιών από τις πλημμύρες τοπικά (Anderson et al.,1976, Lee, 1980, Bosch and Hewlett, 1982, Brooks et al., 1997). Στην εικόνα 34 παρουσιάζονται οι διάφοροι τύποι ανάπτυξης των ριζών.



Εικόνα 34 : Διάφοροι τύποι ανάπτυξης των ριζών (Coppin και Richards, 1990)

- α. Ισχυρά κατακόρυφη και οριζόντια ανάπτυξη
- β. Αβαθής ανάπτυξη παράλληλη προς το έδαφος (επιπολαιόριζα)
- γ. Παράλληλη και οριζόντια ανάπτυξη
- δ. Ισχυρά κατακόρυφη ανάπτυξη (πασαλλώδης)
- ε. Ισχυρά οριζόντια ανάπτυξη
- στ. Θυσανωτή ανάπτυξη
- ζ. Βαθιά διακλαδιζόμενη

Στην εικ. 35 διακρίνονται οι τρεις βασικοί τύποι ριζικών συστημάτων.



Εικόνα 35: Οι τρεις βασικοί τύποι ριζικών συστημάτων (Kostler, 1968)

- 1. Καρδιόσχημο
- 2. Πασσαλώδες
- 3. Επιπόλαιο ή κατανεύον ριζικό σύστημα



Για τα κυρίαρχα είδη στην περιοχή μελέτης το ριζικό τους σύστημα έχει ως εξής:

- Πλατύφυλλη δρυς: Πασσαλώδης ρίζα με ισχυρές πλάγιες (Αραμπατζής, 1998)
- Υβριδιογενής ελάτη: Αρχικά πασσαλώδες, αργότερα καρδιόριζο έντονο ριζικό σύστημα (Κατσαρός, 1997)
- Καστανιά: Αρχικά πασσαλώδες ριζικό σύστημα με ισχυρές πλάγιες στη συνέχεια (Τσούμης, 1972)
- Μαύρη πεύκη: Ρίζα πασσαλώδη που στη συνέχεια γίνεται καρδιόριζα με χοντρές και μακριές πλάγιες ρίζες (Τσούμης, 1972).

### 3.5.2. Προσδιορισμός υδατικού ισοζυγίου

Για τον προσδιορισμό του υδατικού ισοζυγίου της περιοχής έρευνας είναι απαραίτητο να υπολογιστούν για την κάθε μία από τις λεκάνες απορροής τα παρακάτω μεγέθη:

- ✓ Εξατμισοδιαπνοή
- ✓ Υδατοσυγκράτηση
- ✓ Διήθηση
- ✓ Απορροή

#### 3.5.2.1. Προσδιορισμός υδατοσυγκράτησης

Η υδατοσυγκράτηση αποτελεί μια βασική πρωτογενή υδατική απώλεια που για την τιμή, στην βιβλιογραφία, συχνά παρατηρούνται σχεδόν αντιφατικά συμπεράσματα (Παυλίδης, 2005). Η δυσκολία στον προσδιορισμό της υδατοσυγκράτησης μιας περιοχής έγκειται στο γεγονός ότι στον υπολογισμό της υπεισέρχονται αστάθμητοι παράγοντες (χαρακτηριστικά των βροχών, κλιματικές συνθήκες, προσανατολισμός, συνθήκες βλάστησης, ενδοδασικό περιβάλλον κλπ). Στο πλαίσιο της παρούσας, για τα τρία από τα τέσσερα κυρίαρχα δασικά είδη της περιοχής έρευνας χρησιμοποιήθηκαν οι σχέσεις υδατοσυγκράτησης του Παυλίδη (2005), ενώ για την ελάτη, το τέταρτο κυρίαρχο είδος, η τιμή της υδατοσυγκράτησης λήφθηκε από τη βιβλιογραφία (Cepel, 1967) (από Κωτούλα, 1995), αφού για το συγκεκριμένο είδος δεν υπήρχαν σχέσεις υδατοσυγκράτησης. Στις προαναφερθείσες σχέσεις συσχετίζεται το ύψος βροχής μιας περιόδου σε mm και το δασοπονικό είδος με το ύψος της υδατοσυγκράτησης. Οι σχέσεις φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 37: Σχέσεις υδατοσυγκράτησης δασικών ειδών και ύψους βροχής ανά βαθμίδα βροχής (Παυλίδης, 2005)

Βαθμίδα βροχής mm	Σχέσεις υδατοσυγκράτησης (mm)			
	Δρυς	Οξιά	Καστανιά	Πεύκη
0-3,00	I=0,69336 Px	I=0,61435Px	I=0,59973Px	I=0,88924Px
3,01-5,00	I=0,48041 Px	I=0,44002Px	I=0,43348Px	I=0,56143Px
5,01-10,00	I=0,26864Px	I=0,25345Px	I=0,24861Px	I=0,38711Px
10,01-15,00	I=0,18844Px	I=0,17810Px	I=0,17454Px	I=0,32212Px
15,01-20,00	I=0,15636Px	I=0,14017Px	I=0,13954Px	I=0,26984Px
20,02-25,00	I=0,13601Px	I=0,12242Px	I=0,12190Px	I=0,20263Px
25,01-30,00	I=0,11814Px	I=0,11341Px	I=0,10891Px	I=0,18172Px
30,01-40,00	I=0,09691Px	I=0,09110Px	I=0,08844Px	I=0,15836Px
40,01-50,00	I=0,07803Px	I=0,07416Px	I=0,07156Px	I=0,13289Px
50,01-60,00	I=0,06887Px	I=0,06543Px	I=0,06316Px	I=0,11722Px
60,01-70,00	I=0,06212Px	I=0,05965Px	I=0,05776Px	I=0,09716Px
70,01-80,00	I=0,05541Px	I=0,05965Px	I=0,05121Px	I=0,08680Px
80,01-100,0	I=0,04970Px	I=0,05329Px	I=0,04606Px	I=0,07854Px
100,01-120,0	I=0,04363Px	I=0,04821Px	I=0,04045Px	I=0,06893Px
120,01-140,0	I=0,03861Px	I=0,04232Px	I=0,03600Px	I=0,06165Px
140,01-160,0	I=0,03402Px	I=0,03725Px	I=0,03174Px	I=0,05412Px
160,01-190,0	I=0,02941Px	I=0,02715Px	I=0,02715Px	I=0,04486Px
190,00-220,0	I=0,02543Px	I=0,02351Px	I=0,02351Px	I=0,03976Px

Προκειμένου να επιτύχουμε ακριβέστερα αποτελέσματα, το μέσο μηνιαίο ύψος βροχής για την κάθε λεκάνη απορροής υπολογίστηκε με κατάλληλη επεξεργασία των βροχομετρικών δεδομένων από το μετεωρολογικό σταθμό του Φράγματος. Ο υπολογισμός έγινε με τη χρήση του τύπου του Mathias, ο οποίος

επιτρέπει τον προσδιορισμό του μέσου ετήσιου ύψους βροχής, μετασχηματισμένο για κάθε μήνα.

$$P_m = P_o + \frac{1}{12} \left( K * A - \frac{1}{2} \left( \frac{A}{100} \right)^2 \right)$$

όπου  $P_m$  = μηνιαίο ύψος βροχής στο μέσο υψόμετρο της λεκάνης

$P_o$  = μέσο ύψος βροχής σταθμού

$K$  = συντελεστής ορογραφικής και τοπογραφικής διαμόρφωσης (0,6 για την Ελλάδα)

$A$  = υψόμετρο λεκάνης – υψόμετρο σταθμού (m)

Το υψόμετρο του μετεωρολογικού σταθμού είναι 815 m.

Για τις λεκάνες της περιοχής έρευνας :

Πίνακας 38: Διαφορά μέσου υψόμετρου λεκάνης και υψόμετρο μετεωρολογικού σταθμού

Λεκάνη	Υψόμετρο (m)	A υψόμετρο λεκάνης – υψόμετρο σταθμού (m)
1	1050	1050-815=235
2	1160	1160-815=345
3	1250	1250-815=435
4	1430	1430-815=615

Οπότε, τα μέσα ύψη βροχής για κάθε μήνα και για κάθε λεκάνη έχουν ως εξής:

Πίνακας 39: Μέσα ύψη βροχής για κάθε μήνα και για κάθε λεκάνη

Μήνες	Λεκάνη απορροής			
	1	2	3	4
Ιανουάριος	155,47	160,70	164,91	173,12
Φεβρουάριος	133,75	138,98	143,19	151,40
Μάρτιος	101,90	107,13	111,34	119,55
Απρίλιος	104,82	110,05	114,26	122,47
Μάιος	90,18	95,41	99,62	107,83
Ιούνιος	30,52	35,75	39,96	48,17
Ιούλιος	60,7	65,93	70,14	78,35
Αύγουστος	56,58	61,81	66,02	74,23
Σεπτέμβριος	90,86	96,09	100,3	108,51
Οκτώβριος	159,20	164,43	168,64	176,85
Νοέμβριος	178,93	184,16	188,37	196,58
Δεκέμβριος	200,47	205,70	209,91	218,12
Σύνολο:	1363,38	1426,14	1476,66	1575,78

Στη συνέχεια και με τη χρήση των παραπάνω σχέσεων υπολογίσαμε την υδατοσυγκράτηση για τη δρυ, την καστανιά και την πεύκη για καθένα από τους μήνες.

## Λεκάνη 1:

## Ιανουάριος

Δρυς  $I=0,03402*155,47=5,29$

Καστανιά  $I=0,03175*155,47=4,94$

Πεύκη  $I=0,05412*155,47=8,41$

## Φεβρουάριος

Δρυς  $I=0,03861*133,75=5,16$

Καστανιά  $I=0,03600*133,75=4,82$

Πεύκη  $I=0,06165*133,75=8,25$

## Μάρτιος

Δρυς  $I=0,04363*101,9=4,45$

Καστανιά  $I=0,04045*101,9=4,12$

Πεύκη  $I=0,06893*101,9=7,02$

## Απρίλιος

Δρυς  $I=0,04363*104,82=4,57$

Καστανιά  $I=0,04045*104,82=4,24$

Πεύκη  $I=0,06893*104,82=7,23$

## Μάιος

Δρυς  $I=0,04970*90,18=4,48$

Καστανιά  $I=0,04606*90,18=4,15$

Πεύκη  $I=0,07854*90,18=7,08$

## Ιούνιος

Δρυς  $I=0,0969*30,52=2,96$

Καστανιά  $I=0,08844*30,52=2,70$

Πεύκη  $I=0,15836*30,52=4,83$

#### Ιούλιος

Δρυς  $I=0,0621*60,7=3,77$

Καστανιά  $I=0,05776*60,7=3,51$

Πεύκη  $I=0,09716*60,7=5,90$

#### Αύγουστος

Δρυς  $I=0,06887*56,58=3,90$

Καστανιά  $I=0,06316*56,58=3,57$

Πεύκη  $I=0,11722*56,58=6,63$

#### Σεπτέμβριος

Δρυς  $I=0,04970*90,86=4,52$

Καστανιά  $I=0,04606*90,86=4,19$

Πεύκη  $I=0,07854*90,86=7,14$

#### Οκτώβριος

Δρυς  $I=0,03402*159,20=5,42$

Καστανιά  $I=0,03174*159,2=5,05$

Πεύκη  $I=0,05412*159,2=8,62$

#### Νοέμβριος

Δρυς  $I=0,02941*178,93=5,26$

Καστανιά  $I=0,02715*178,93=4,86$

Πεύκη  $I=0,04486*178,93=8,03$

#### Δεκέμβριος

Δρυς  $I=0,02543*200,47=5,10$

Καστανιά  $0,02351*200,47=4,71$

Πεύκη  $I=0,03976*200,47=7,97$

#### Λεκάνη 2:

#### Ιανουάριος

Δρυς  $I=0,02941*160,7=4,73$

Καστανιά  $I=0,02715*160,7=4,36$

Πεύκη  $I=0,04486*160,7=7,21$

#### Φεβρουάριος

Δρυς  $I=0,03861*138,98=5,37$

Καστανιά  $I=0,03600*138,98=5,00$

Πεύκη  $I=0,06165*138,98=8,57$

#### Μάρτιος

Δρυς  $I=0,04363*107,13=4,67$

Καστανιά  $I=0,04045*107,13=4,33$

Πεύκη  $I=0,06893*107,13=7,38$

#### Απρίλιος

Δρυς  $I=0,04363*110,05=4,80$

Καστανιά  $I=0,04045*110,05=4,45$



Πεύκη  $I=0,06893*110,05=7,59$

#### Μάιος

Δρυς  $I=0,04970*95,41=4,74$

Καστανιά  $I=0,04606*95,41=4,39$

Πεύκη  $I=0,07854*95,41=7,49$

#### Ιούνιος

Δρυς  $I=0,09691*35,75=3,46$

Καστανιά  $I=0,08844*35,75=3,16$

Πεύκη  $I=0,13289*35,75=4,75$

#### Ιούλιος

Δρυς  $I=0,06212*65,93=4,10$

Καστανιά  $I=0,05776*65,93$

Πεύκη  $I=0,09716*65,93=6,41$

#### Αύγουστος

Δρυς  $I=0,06212*61,68=3,84$

Καστανιά  $I=0,05776*61,61=3,57$

Πεύκη  $I=0,09716*61,81=6,01$

#### Σεπτέμβριος

Δρυς  $I=0,04970*96,09=4,78$

Καστανιά  $I=0,04606*96,09=4,43$

Πεύκη  $I=0,07854*96,09=7,55$

#### Οκτώβριος

Δρυς  $I=0,02941*164,43=4,84$

Καστανιά  $I=0,02715*164,43=4,46$

Πεύκη  $I=0,04486*164,43=7,38$

#### Νοέμβριος

Δρυς  $I=0,02941*184,16=5,41$

Καστανιά  $I=0,02715*184,16=5,00$

Πεύκη  $I=0,04486*184,16=8,26$

#### Δεκέμβριος

Δρυς  $I=0,02543*205,7=5,23$

Καστανιά  $I=0,02351*205,7=4,84$

Πεύκη  $I=0,03976*205,7=8,18$

#### Λεκάνη 3:

#### Ιανουάριος

Δρυς  $I=0,02941*164,91=4,85$

Καστανιά  $I=0,02715*164,91=4,48$

Πεύκη  $I=0,04486*164,91=7,40$

#### Φεβρουάριος

Δρυς  $I=0,03402*143,19=4,87$

Καστανιά  $I=0,03174*143,19=4,54$

Πεύκη  $I=0,05412*143,19=7,75$

#### Μάρτιος

Δρυς  $I=0,04363*111,34=4,86$

Καστανιά  $I=0,04045*111,34=4,50$

Πεύκη  $I=0,06893*111,34=7,67$

#### Απρίλιος

Δρυς  $I=0,04363*114,26=4,99$

Καστανιά  $I=0,04045*114,26=4,62$

Πεύκη  $I=0,06893*114,26=7,89$

#### Μάιος

Δρυς  $I=0,04970*99,62=4,95$

Καστανιά  $I=0,04606*99,62=4,59$

Πεύκη  $I=0,07854*99,62=7,82$

#### Ιούνιος

Δρυς  $I=0,09691*39,96=3,87$

Καστανιά  $I=0,08844*39,96=3,53$

Πεύκη  $I=0,15836*39,96=6,33$

#### Ιούλιος

Δρυς  $I=0,05541*70,14=3,89$

Καστανιά  $I=0,05121*70,14=3,59$

Πεύκη  $I=0,08680*70,14=6,09$

#### Αύγουστος

Δρυς  $I=0,06212*66,02=4,10$

Καστανιά  $I=0,05776*66,02=3,81$

Πεύκη  $I=0,09716*66,02=6,41$

Σεπτέμβριος

Δρυς  $I=0,04363*100,3=4,38$

Καστανιά  $I=0,04045*100,3=4,06$

Πεύκη  $I=0,06893*100,3=6,91$

Οκτώβριος

Δρυς  $I=0,02941*168,64=4,96$

Καστανιά  $I=0,02715*168,64=4,58$

Πεύκη  $I=0,04486*168,64=7,57$

Νοέμβριος

Δρυς  $I=0,02941*188,37=5,54$

Καστανιά  $I=0,02715*188,37=5,11$

Πεύκη  $I=0,04486*188,37=8,45$

Δεκέμβριος

Δρυς  $I=0,02543*209,91=5,34$

Καστανιά  $I=0,02351*209,91=4,93$

Πεύκη  $I=0,03976*209,91=8,35$

Λεκάνη 4:

Ιανουάριος

Δρυς  $I=0,02941*173,12=5,09$

Καστανιά  $I=0,02715*173,12=4,70$

Πεύκη  $I=0,04486*173,12=7,77$

Φεβρουάριος

Δρυς  $I=0,03402*151,4=5,15$

Καστανιά  $I=0,03174*151,4=4,81$

Πεύκη  $I=0,05412*151,4=8,19$

Μάρτιος

Δρυς  $I=0,04363*119,55=5,22$

Καστανιά  $I=0,04045*119,55=4,84$

Πεύκη  $I=0,06893*119,55=8,24$

Απρίλιος

Δρυς  $I=0,03861*122,47=4,73$

Καστανιά  $I=0,03600*122,47=4,41$

Πεύκη  $I=0,06165*122,47=7,55$

Μάιος

Δρυς  $I=0,04363*107,83=4,70$

Καστανιά  $I=0,04045*107,83=4,36$

Πεύκη  $I=0,06893*107,83=7,43$

Ιούνιος

Δρυς  $I=0,07803*48,17=3,76$

Καστανιά  $I=0,07156*48,17=3,45$

Πεύκη  $I=0,13289*48,17=6,40$

Ιούλιος

Δρυς  $I=0,05541*78,35=4,34$

Καστανιά  $I=0,05121*78,35=4,01$

Πεύκη  $I=0,08680*78,35=6,80$

#### Αύγουστος

Δρυς  $I=0,05541*74,23=4,11$

Καστανιά  $I=0,05121*74,23=3,80$

Πεύκη  $I=0,08680*74,23=6,44$

#### Σεπτέμβριος

Δρυς  $I=0,04363*108,51=4,73$

Καστανιά  $I=0,04045*108,51=4,39$

Πεύκη  $I=0,06893*108,51=7,48$

#### Οκτώβριος

Δρυς  $I=0,02941*176,85=5,20$

Καστανιά  $I=0,02715*176,85=4,80$

Πεύκη  $I=0,04486*176,85=7,93$

#### Νοέμβριος

Δρυς  $I=0,02543*196,58=4,50$

Καστανιά  $I=0,02351*196,58=4,62$

Πεύκη  $I=0,03976*196,58=7,82$

#### Δεκέμβριος

Δρυς  $I=0,02543*218,12=5,55$

Καστανιά  $I=0,02351*218,12=5,13$

$$\text{Πεύκη} \quad I=0,03976*218,12=8,67$$

Από τις τιμές της μηνιαίας υδατοσυγκράτησης για κάθε είδος, προκύπτουν οι ετήσιες τιμές υδατοσυγκράτησης:

Λεκάνη 1:

$$\text{Δρυς} \quad 5,29+5,16+4,45+4,57+4,48+2,96+3,77+3,90+4,52+5,42+5,26+5,10=54,88\text{mm}$$

$$\text{Καστανιά} \quad 4,94+4,82+4,12+4,24+4,14+2,70+3,51+3,57+4,19+5,05+4,86+4,71=50,86\text{mm}$$

$$\text{Πεύκη} \quad 8,41+8,25+7,02+7,23+7,08+4,83+5,90+6,63+7,14+8,62+8,03+7,97=87,11\text{mm}$$

Λεκάνη 2:

$$\text{Δρυς} \quad 4,73+5,37+4,67+4,80+4,74+3,46+4,10+3,84+4,78+4,84+5,41+5,23=55,97\text{mm}$$

$$\text{Καστανιά} \quad 4,63+5,00+4,33+4,45+4,39+3,16+3,81+3,57+4,43+4,46+5,00+4,84=51,80\text{mm}$$

$$\text{Πεύκη} \quad 7,21+8,57+7,38+7,59+7,49+4,75+6,41+6,01+7,55+7,38+8,26+8,18=86,78\text{mm}$$

Λεκάνη 3:

$$\text{Δρυς} \quad 4,85+4,87+4,86+4,99+4,95+3,87+3,89+4,10+4,38+4,96+5,54+5,34=56,6\text{mm}$$

$$\text{Καστανιά} \quad 4,48+4,54+4,50+4,62+4,59+3,53+3,59+3,81+4,06+4,58+5,11+4,93=52,34\text{mm}$$

$$\text{Πεύκη} \quad 7,40+7,75+7,67+7,89+7,82+6,33+6,09+6,41+6,91+7,57+8,45+8,35=88,64\text{mm}$$

Λεκάνη 4:

$$\text{Δρυς} \quad 5,09+5,15+5,22+4,73+4,70+3,76+4,34+4,11+4,73+5,20+4,50+5,55=57,08\text{mm}$$

Καστανιά  $4,70+4,81+4,84+4,41+4,36+3,45+4,01+3,80+4,39+4,80+4,62+5,13=53,32\text{mm}$

Πεύκη  $7,77+8,19+8,24+7,55+7,43+6,40+6,80+6,44+7,48+7,93+7,82+8,67=90,72\text{mm}$

Πίνακας 40: Συμμετοχή των ειδών βλάστησης για κάθε λεκάνη απορροής

Λεκάνη απορροής	Έκταση λεκάνης σε km <sup>2</sup>	Ποσοστό συμμετοχής κάθε είδους (%)			
		Δρυς	Καστανιά	Πεύκη	Ελάτη
Λεκάνη 1	2,845	30	5	0	65
Λεκάνη 2	0,68	20	0	0	80
Λεκάνη 3	1,43	10	0	10	80
Λεκάνη 4	0,76	30	0	0	70

Στον πίνακα που ακολουθεί φαίνεται το ύψος της υδατοσυγκράτησης για την καθεμία από τις λεκάνες απορροής ανάλογα με το ποσοστό συμμετοχής του κάθε είδους.



Πίνακας 41: Ύψος υδατοσυγκράτησης ανάλογα με το ποσοστό συμμετοχής του κάθε είδους.

Λεκάνη απορροής	Είδος βλάστησης								
	Δρυς			Καστανιά			Πεύκη		
	km <sup>2</sup>	Υδατ/ση σε mm	Υδατ/ση σε m <sup>3</sup>	km <sup>2</sup>	Υδατ/ση σε mm	Υδατ/ση σε m <sup>3</sup>	km <sup>2</sup>	Υδατ/ση σε mm	Υδατ/ση σε m <sup>3</sup>
Λεκάνη 1	0,8535	54,88	46840	0,14225	50,86	7235	0	0	0
Λεκάνη 2	0,136	55,97	7612	0	0	0	0	0	0
Λεκάνη 3	0,143	56,60	8094	0	0	0	0,143	88,64	12676
Λεκάνη 4	0,228	57,08	13014	0	0	0	0	0	0

Στον πίνακα που ακολουθεί φαίνεται η υδατοσυγκράτηση για την ελάτη από τα βιβλιογραφικά δεδομένα (Κωτούλας,1995), για καθεμία από τις λεκάνες απορροής.

Πίνακας 42: Υδατοσυγκράτηση ελάτης

	Ποσοστό συμμετοχής της ελάτης % στη λεκάνη απορροής	Έκταση λεκάνης απορροής με ελάτη σε km <sup>2</sup>	Ύψος βροχής σε mm	Υδατοσυγκράτηση ελάτης σε mm	m <sup>3</sup> νερού υδατοσυγκρατηθέντα από την ελάτη
Λεκάνη 1	65	1,58	1.363,38	545,35	861.653
Λεκάνη 2	80	0,54	1.426,14	570,40	308.016
Λεκάνη 3	80	1,2	1.476,66	590,66	708.792
Λεκάνη 4	70	0,53	1.575,18	630,07	333.937

Πίνακας 43: Υδατοσυγκράτηση για όλα τα είδη της περιοχής έρευνας

Λεκάνη	Υδατοσυγκράτηση							
	Δρυς		Καστανιά		Πεύκη		Ελάτη	
	σε mm	σε m <sup>3</sup>	σε mm	σε m <sup>3</sup>	σε mm	σε m <sup>3</sup>	σε mm	σε m <sup>3</sup>
Λεκάνη 1	54,88	46.840	50,86	7.235	0	0	545,35	861.653
Λεκάνη 2	55,97	7.612	0	0	0	0	570,40	308.016
Λεκάνη 3	56,60	8.094	0	0	88,64	12.676	590,66	708.792
Λεκάνη 4	57,08	13.014	0	0	0	0	630,07	333.937
Σύνολο		75.560		7.235		12.676		2.212.398

Και από το σύνολο της περιοχής έρευνας η υδατοσυγκράτηση είναι:  
 $75.560+7.235+12.676+2.212.398=2.307.869\text{m}^3$ .

### 3.5.2.2. Προσδιορισμός εξατμισοδιαπνοής

Η εξατμισοδιαπνοή για την περιοχή έρευνας υπολογίστηκε με τη μέθοδο του Turc (Turc, 1954) και υπολογίζεται από τη σχέση:

$$Ep = \frac{P + 80}{\sqrt{1 + \left(\frac{(P + 45)}{L^{Tc}}\right)^2}}$$

όπου P η μηνιαία βροχόπτωση,  $T_a$  η μέση θερμοκρασία σε °C,

$$L^{Tc} = \frac{(T + 2)\sqrt{H_{sh}}}{16}, \quad H_{sh} = H_{sh}^{top}(a + bn/N),$$

όπου  $H_{sh}^{top}$  η προσπίπτουσα ηλιακή

ακτινοβολία στο εξωτερικό όριο της ατμόσφαιρας, το οποίο υπολογίζεται από μετεωρολογικούς πίνακες ως συνάρτησης του μήνα και του γεωγραφικού πλάτους.

Στην παραπάνω σχέση τα a και b είναι εμπειρικές σταθερές που σύμφωνα με τον Koormanis (Shuttleworth, 1993) παίρνουν τις τιμές  $a=0,20$  και  $b=0,53$  για εύκρατα κλίματα και  $a=0,28$  και  $b=0,45$  για τροπικά. Το n είναι η πραγματική διάρκεια των ωρών λαμπρής ηλιοφάνειας τα οποία υπολογίζονται από μετεωρολογικούς πίνακες ως συνάρτηση του μήνα και του γεωγραφικού πλάτους.

Για τα δεδομένα της περιοχής έρευνας, οι τιμές του  $H_{sh}$ , της μέσης θερμοκρασίας και της  $L^{Tc}$  φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 44: Τιμές  $H_{sh}$ 

Μήνας	$H_{sh}$	T	$L^{tc}$
Ιανουάριος	1512	3,44	13,22
Φεβρουάριος	1872	3,80	15,68
Μάρτιος	20960	5,58	68,59
Απρίλιος	30479	9,17	121,88
Μάιος	30923	14,58	182,22
Ιούνιος	40275	19,66	271,68
Ιούλιος	40170	21,9	299,38
Αύγουστος	30442	21,01	250,92
Σεπτέμβριος	20918	17,00	171,75
Οκτώβριος	20349	12,83	132,22
Νοέμβριος	1851	8,22	27,48
Δεκέμβριος	1365	3,84	13,49

Για την κάθε λεκάνη απορροής:

Πίνακας 45 : Τιμές  $E_p$  για τη Λεκάνη 1

Μήνας	$L^{tc}$	P	$E_p$
Ιανουάριος	13,22	155,47	15,49
Φεβρουάριος	15,68	133,75	18,68
Μάρτιος	68,59	101,90	76,96
Απρίλιος	121,88	104,82	116,63

Μάιος	182,22	90,18	136,68
Ιούνιος	271,68	30,52	106,48
Ιούλιος	299,38	60,7	132,67
Αύγουστος	250,92	56,58	126,60
Σεπτέμβριος	171,75	90,86	134,00
Οκτώβριος	132,22	159,20	130,00
Νοέμβριος	27,48	178,93	13,09
Δεκέμβριος	13,49	200,47	15,39

Πίνακας 46 : Τιμές Ερ για τη Λεκάνη 2

Μήνας	L <sup>tc</sup>	P	E <sub>p</sub>
Ιανουάριος	13,22	160,70	15,43
Φεβρουάριος	15,68	138,98	18,60
Μάρτιος	68,59	107,13	79,91
Απρίλιος	121,88	110,05	117,45
Μάιος	182,22	95,41	168,95
Ιούνιος	271,68	35,75	110,95
Ιούλιος	299,38	65,93	136,84
Αύγουστος	250,92	61,81	130,48
Σεπτέμβριος	171,75	96,09	136,07
Οκτώβριος	132,22	164,43	130,49
Νοέμβριος	27,48	184,16	31,07

Δεκέμβριος	13,49	205,70	15,35
------------	-------	--------	-------

Πίνακας 47 : Τιμές Ερ για τη Λεκάνη 3

Μήνας	L <sup>tc</sup>	P	E <sub>p</sub>
Ιανουάριος	13,22	164,91	15,39
Φεβρουάριος	15,68	143,19	18,53
Μάρτιος	68,59	111,34	91,29
Απρίλιος	121,88	114,26	122,69
Μάιος	182,22	99,62	135,21
Ιούνιος	271,68	39,96	114,49
Ιούλιος	299,38	70,14	140,13
Αύγουστος	250,92	66,02	133,53
Σεπτέμβριος	171,75	100,3	136,65
Οκτώβριος	132,22	168,64	130,85
Νοέμβριος	27,48	188,37	31,38
Δεκέμβριος	13,49	209,91	15,32

Πίνακας 48 : Τιμές Ερ για τη Λεκάνη 4

Μήνας	L <sup>tc</sup>	P	E <sub>p</sub>
Ιανουάριος	13,22	173,12	15,31
Φεβρουάριος	15,68	151,40	18,42
Μάρτιος	68,59	119,55	76,78
Απρίλιος	121,88	122,47	119,14

Μάιος	182,22	107,83	143,91
Ιούνιος	271,68	48,17	121,24
Ιούλιος	299,38	78,35	146,41
Αύγουστος	250,92	74,23	139,30
Σεπτέμβριος	171,75	108,51	140,55
Οκτώβριος	132,22	176,85	131,48
Νοέμβριος	27,48	196,58	31,26
Δεκέμβριος	13,49	218,12	15,27

### 3.5.2.3. Προσδιορισμός επιφανειακής απορροής και διήθησης

Κατά τους Thornthwaite και Mather (1955) η μέγιστη ποσότητα ύδατος που μπορεί να αποθηκευτεί μέσα στην ακόρεστη ζώνη του εδάφους δεν μπορεί να υπερβεί το μέγιστο όριο που καθορίζεται από την ικανότητα κατακράτησης νερού  $S_{max}$ . Η τιμή  $S_{max}$  εκτιμάται από την παρακάτω σχέση της Soil Conservation Service (1972):

$$S_{max} = 25,4 \left( \frac{1000}{CN} - 10 \right)$$

όπου CN είναι ο αριθμός καμπύλης (Curve Number), που προσδιορίζεται από πίνακες με βάση τις συνθήκες εδάφους, γεωλογίας, φυτοκάλυψης και χρήσης γης της λεκάνης απορροής ( $0 < CN < 100$ ).

### 3.5.2.3.1. Προσδιορισμός CN

Η SCS έχει αναπτύξει ένα σύστημα κατάταξης εδαφών που αποτελείται από τέσσερις εδαφικούς τύπους, που ορίζονται με τα γράμματα A, B, C και D. Τα εδαφικά χαρακτηριστικά που συνδυάζονται με κάθε τύπο εδάφους είναι:

- Τύπος A: Εδάφη με μεγάλη τελική διηθητικότητα και διαπερατότητα. Βαθιά αμμώδη, βαθιά πηλλώδη, συσσωματούμενα ιλυώδη.
- Τύπος B: Εδάφη με μέτρια τελική διηθητικότητα και διαπερατότητα. Ρηχά πηλλώδη, πηλλοαμμώδη.
- Τύπος C: Εδάφη με μικρή τελική διηθητικότητα και διαπερατότητα. Αργιλοπηλώδη, ρηχά αμμοπηλώδη, εδάφη με χαμηλή περιεκτικότητα σε οργανική ουσία, εδάφη πλούσια σε άργιλο.
- Τύπος D: Εδάφη με πολύ μικρή τελική διηθητικότητα και διαπερατότητα. Εδάφη τα οποία διογκώνονται όταν υγραίνονται, έχουν δηλαδή υψηλή περιεκτικότητα σε μοντμοριλονιτική άργιλο και ορισμένα αλατούχα εδάφη.

Ο πίνακας που ακολουθεί δίνει τις τιμές του CN για δασώδεις εκτάσεις όπως η περιοχή έρευνας:



Πίνακας 49: Απορροικοί συντελεστές ή αριθμοί καμπύλης (CN) για περιπτώσεις διαφορετικής χρήσης γης, διαχείρισης, υδρολογικών συνθηκών και εδαφικών τύπων για εδάφη προηγούμενης υγρασιακής κατάστασης τύπου II από Παπαμιχαήλ (2004)

Χρήση γης	Υδρολογικές συνθήκες	Υδρολογικός τύπος εδάφους			
		A	B	C	D
Δάση και δασικές εκτάσεις	Δυσμενείς	45	66	77	83
	Μέτριες	36	60	73	79
	Καλές	25	55	70	77
Χέρσες εκτάσεις		77	86	91	94
Οπωρώνες		59	74	82	86

Πίνακας 50: Προηγούμενη υγρασιακή κατάσταση (AMC) με βάση το συνολικό ύψος βροχής σε mm, των προηγούμενων πέντε ημερών

AMC	Χειμερινή περίοδος	Βλαστική περίοδος
I	<12,7	<35,6
II	12,7-27,9	35,6-53,3
III	>27,9	>53,3

Και για τα δεδομένα της περιοχής έρευνας ανάλογα με την έκταση και την κατάσταση της κάθε χρήσης γης έχουμε:

Λεκάνη 1:

$$CN=0,35*(0,51*60+0,49*74)+0,25*55+0,32*60+0,08*86=63,23$$

Λεκάνη 2:

$$CN=60$$

Λεκάνη 3:

$$CN=0,9*60+0,1*86=62,6$$

Λεκάνη 4:

$$CN=0,72*55+0,28*86=63,68$$

Το νερό προστίθεται ή αφαιρείται από το έδαφος ανάλογα με το αν η τιμή της βροχόπτωσης  $P_n$  κάθε μήνα είναι μεγαλύτερη ή μικρότερη από την αντίστοιχη δυνητική εξατμισοδιαπνοή  $ET_n$ .

Για κάθε εξεταζόμενη χρονική περίοδο – μήνα ισχύουν οι εξής περιπτώσεις:

$$i) P_n > ET_n \quad \text{τότε} \quad S_n = \min ((P_n - ET_n) + S_{n-1}, S_{\max})$$

Σύμφωνα με την παραπάνω σχέση προκύπτει

$$α) S_n = S_{\max}$$

$$β) S_n < S_{\max}$$

Στην α) περίπτωση όπου  $S_n = S_{\max}$  το πλεόνασμα νερού  $\Delta Q$  το οποίο θα αποτελέσει τη μελλοντική απορροή τους επόμενους μήνες θα δίνεται από τη σχέση  $\Delta Q = P_n - ET_n$  και η οποία χωρίζεται σε επιφανειακή και σε υπόγεια απορροή λόγω βαθιάς διήθησης.

Η επιφανειακή απορροή  $Q_n$  δίνεται από τη σχέση  $Q_n = (1-\kappa) \cdot (Q_{n-1} + \Delta Q)$  ενώ η υπόγεια απορροή  $R_n$  δίνεται από τη σχέση  $R_n = \kappa \cdot (Q_{n-1} + \Delta Q)$

όπου  $k$  = συντελεστής διήθησης ο οποίος δείχνει πόσο νερό φορτίζει τον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα και διαφοροποιείται ανάλογα με το γεωλογικό υπόθεμα.

Ο συντελεστής  $k$  που χρησιμοποιήθηκε για τις λεκάνες απορροής της περιοχής έρευνας είναι:

Λεκάνη 1: 16,25%

Λεκάνη 2: 50,00%

Λεκάνη 3: 27,50%

Λεκάνη 4: 27,50%

και προκύπτουν από τη γεωλογία της περιοχής σε σχέση με το ποσοστό συμμετοχής του κάθε πετρώματος στη λεκάνη απορροής (Περλέρος κ.α., 2004)

Στην β) περίπτωση όπου  $S_n < S_{max}$  το πλεόνασμα νερού  $\Delta Q$  θα δίνεται από τη σχέση  $\Delta Q = P_n - ET_n + (S_n - S_{max})$

$$\text{ii) } P_n < ET_n \quad \text{τότε} \quad S_n = S_{n-1} \cdot e^{\frac{ET_n - P_n}{S_{max}}}$$

σε αυτή την περίπτωση δεν θα υφίσταται πλεόνασμα νερού και κατά συνέπεια

$$\Delta Q = 0$$

Σε αυτή την περίπτωση η υγρασία του εδάφους μειώνεται στο τέλος του μήνα κατά  $D_{\text{μήνα}} = S_{max} - S_{\text{μήνα}}$

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι για τον πρώτο μήνα (Ιανουάριο) κάνουμε την παραδοχή ότι  $S_{\text{Ιαν}} = S_{max}$  και  $Q_{\Delta EK} = (1-k) \cdot P_{\Delta EK} - \text{Υδατοσυγκράτηση}_{\Delta EK}$

Τα τελικά αποτελέσματα τόσο για την επιφανειακή απορροή όσο και για την διήθηση παρουσιάζονται στους πίνακες που ακολουθούν.

Πίνακας 51: Επιφανειακή απορροή και διήθηση για την λεκάνη 1

ΜΗΝΑΣ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
$Q_n$	165,82	171,69	118,09	98,82	67,84	0	0	0	0	81,66	167,5	189,28
$R_n$	32,18	33,31	17,84	19,18	13,16	0	0	0	0	15,84	32,5	32,73

Πίνακας 52: Επιφανειακή απορροή και διήθηση για την λεκάνη 2

ΜΗΝΑΣ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
$Q_n$	101,5	105,99	71,81	59,03	43,54	0	0	0	0	49,56	103,44	114,08
$R_n$	101,5	105,99	71,81	59,03	43,54	0	0	0	0	49,56	103,44	114,08

Πίνακας 53: Επιφανειακή απορροή και διήθηση για την λεκάνη 3

ΜΗΝΑΣ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
$Q_n$	150,06	155,15	103,67	90,63	65,25	0	0	0	0	76,85	150,8	169,65
$R_n$	56,93	58,85	39,33	34,38	24,75	0	0	0	0	29,15	57,2	64,35

Πίνακας 54: Επιφανειακή απορροή και διήθηση για την λεκάνη 4

ΜΗΝΑΣ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
$Q_n$	155,15	160,95	109,48	96,42	71,77	0	0	0	0	81,93	156,6	176,9
$R_n$	58,85	61,05	41,52	36,58	27,23	0	0	0	0	31,07	59,4	67,1

Πίνακας 55: Υδατικό ισοζύγιο περιοχής έρευνας

Λεκάνη	Βροχή που έπεσε mm	Νερό που απέρρευσε mm	Νερό που Διηθήθηκε mm	Νερό που απέρρευσε %	Νερό που Διηθήθηκε %
Λεκάνη 1	1.363,38	1.060,7	196,75	0,78	0,14
Λεκάνη 2	1.426,14	684,95	684,95	0,48	0,48
Λεκάνη 3	1.476,66	962,06	364,94	0,65	0,25
Λεκάνη 4	1.575,18	1.009,2	382,8	0,64	0,24

Ο συνολικός όγκος του νερού που απέρρευσε για το σύνολο της περιοχής είναι έρευνας είναι του νερού που απέρρευσε θα μπορούσε να χαρακτηριστεί σχετικά μεγάλη και αυτό οφείλεται στο αδιαπέρατο του κυρίαρχου πετρώματος, του φλύσχη, (Περλέρος κ.α., 2004)

### **3. 6 Δασοκομικοί χειρισμοί και ο υδρονομικός τους ρόλος**

#### **3.6.1 Επίδραση της διαχείρισης των δασών στην υδατική κατάσταση**

Οι επιδιώξεις πολλών δασοκομικών χειρισμών βασίζονται κυρίως στις σχέσεις της υδατικής κατάστασης του εδάφους και της δασικής βλάστησης.

Πρακτικά, οι επιδιώξεις αυτές αφορούν την αναγέννηση των δασοσυστάδων, την παραγωγή νερού, την προστασία του εδάφους από τη διάβρωση και την αποφυγή καταστρεπτικών πλημμύρων.

Κατά τη διάρκεια της βλαστητικής περιόδου, σ' όλες τις περιοχές της χώρας μας το εδαφικό νερό είναι ο σπουδαιότερος παράγοντας που περιορίζει και ελέγχει την αύξηση των δέντρων. Διαφορές στο είδος, στη μορφή και στην αύξηση της φυσικής δασικής βλάστησης που οφείλονται σε διαφορές υγρασίας, είναι το φαινόμενο που παρατηρείται περισσότερο στις δασικές εκτάσεις.

Πρακτικοί τρόποι αύξησης του διαθέσιμου νερού για την ανάπτυξη των δέντρων στα φυσικά δάση είναι: α) η αραίωση των δασοσυστάδων και η αφαίρεση της υποβλάστησης και β) ο περιορισμός της επιφανειακής απορροής, ώστε να διηθείται και να συγκρατείται περισσότερο νερό επιτόπου.

Ο περιορισμός της δασικής βλάστησης ελαττώνει τις απώλειες του νερού και αυξάνει την υπόγεια στάθμη του, όταν βέβαια οι ρίζες της βλάστησης φτάνουν μέχρι την υπόγεια στάθμη (Wilde, 1958).

Οι Lull και Reinhart (1967) υπολόγισαν ότι η τέλεια απομάκρυνση της βλάστησης από καλά δασωμένες λεκάνες απορροής στη ΒΑ περιοχή των ΗΠΑ αυξάνει την παραγωγή νερού κατά 10 έως 30 cm (1.000 έως 3.000 τόνους ανά εκτάριο) ετησίως. Κατά το Rotchacher (1970), η αφαίρεση δάσους κωνοφόρων στις ΒΔ περιοχές των ΗΠΑ είχε σαν αποτέλεσμα την αύξηση του νερού κατά 45

cm. Το μεγαλύτερο μέρος της αύξησης αυτής παρατηρήθηκε κατά την περίοδο Οκτωβρίου — Μαρτίου. Ο Hibbert (1967), ύστερα από εξέταση 39 σχετικών περιπτώσεων, κατέληξε στο συμπέρασμα ότι τον πρώτο χρόνο μετά από ολική αφαίρεση της βλάστησης, η παροχή των ρευμάτων είναι δυνατό να αυξηθεί από 4 έως 45 cm ετησίως. Βρήκε μάλιστα ότι στις υγρές περιοχές, για κάθε περιορισμό της βλάστησης μιας λεκάνης απορροής κατά ένα εκατοστό, αντιστοιχούσε μια ετήσια αύξηση νερού κατά 4,5 mm, τον πρώτο μετά την αφαίρεση της βλάστησης χρόνο. Παρόμοια καλή συσχέτιση μεταξύ της ελάττωσης της βλάστησης (X) και της αύξησης της παροχής των ρευμάτων (Y) έδωσαν και οι Douglass και Swank (1972). Για τις ΒΑ περιοχές των ΗΠΑ η συσχέτιση αυτή για τον πρώτο χρόνο μετά την αραίωση είναι  $Y = -1,39 + 0,13 X$ .

Η αύξηση της ποσότητας του νερού λόγω ελάττωσης της βλάστησης εξαρτάται κυρίως από τη βλάστηση και τις κλιματικές και εδαφικές συνθήκες. Κατά Flolliot και Thorud (1974), είναι μεγαλύτερη για δάση ελάτης και πολύ μικρότερη για δάση σκληρόφυλλων πλατυφύλλων. Επίσης, είναι πολύ μεγαλύτερη για τις υγρές περιοχές παρά για τις ξηρές και ημίξηρες.

Καθώς η βλάστηση μετά την αποψιλωτική υλοτομία επανεγκαθίσταται και το δάσος αναγεννιέται, η ποσότητα της παροχής των ρευμάτων ελαττώνεται.

Οι Swank και Douglass (1974), αναφέρουν ότι 15 χρόνια μετά από την αλλαγή ενός ώριμου δάσους φυλλοβόλων πλατύφυλλων με φυτεία *Pinus strobus* η ετήσια υδατοπαροχή των ρευμάτων ελαττώθηκε κατά 20% περίπου. Η ελάττωση αυτή ήταν μεγαλύτερη κατά τη χειμερινή περίοδο, λόγω περιορισμού

της εξατμισοδιαπνοής από την πτώση των φύλλων στο δάσος των φυλλοβόλων.

Επίσης, σημαντική αύξηση της υδατοπαροχής των ρευμάτων παρατηρείται κατά τη μετατροπή της δασικής βλάστησης σε ποώδη βλάστηση. Για υγρές περιοχές οι Hewlett και Hibbert αναφέρουν ότι παρατήρησαν αύξηση της ετήσιας υδατοπαροχής των ρευμάτων ισοδύναμη με 125 ως 400 mm βροχής, μετά από μετατροπή δάσους κωνοφόρων σε ποώδη βλάστηση. Οι αυξήσεις αυτές ήταν πάντοτε μεγαλύτερες στις βόρειες και υγρότερες παρά στις ξηρότερες και νότιες θέσεις.

Η υποβλάστηση καταναλώνει επίσης σημαντικές ποσότητες νερού όταν είναι πυκνή και αυξάνεται καλά. Κάτω από ορισμένες μάλιστα συνθήκες είναι δυνατόν η αφαίρεση της υποβλάστησης, όχι μόνο να αυξήσει το διαθέσιμο νερό για τα δέντρα του ανωρόφου, αλλά να αυξήσει και την παροχή των ρευμάτων. Κατά το Rutter (1968) (από Παπαμίχο (1985), στη λεκάνη απορροής της Conweeta (Καλιφόρνια, Η.Π.Α.) η εξατμισοδιαπνοή από τα αείφυλλα πλατύφυλλα του υπορόφου βρέθηκε να αντιπροσωπεύει το 13% της συνολικής εξατμισοδιαπνοής. Πιστεύεται ότι η κατανάλωση νερού από την υποβλάστηση των αείφυλλων πλατύφυλλων στα δάση της χαλεπίου και τραχειάς πεύκης στη χώρα μας θα πρέπει να είναι πολύ μεγάλη.

Ενδιαφέρουσα είναι η παρατήρηση του Penman (1963) (από Παπαμίχο, 1985), κατά την οποία ο V.V. Rakhmanov εξετάζοντας τη σχετική βιβλιογραφία των περασμένων 100 ετών κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η δασική βλάστηση δεν αυξάνει βασικά την απώλεια του νερού και ότι δεν υπάρχουν ουσιώδεις



διαφορές μεταξύ δασωμένων, λιβαδικών και γεωργικών καλλιεργούμενων εκτάσεων κάτω από παρόμοιες οικολογικές συνθήκες.

Πίνακας 56: Αλλαγή της υδατοπαροχής ρευμάτων σε σχέση με την κυκλική επιφάνεια και ποσότητα κόμης (προσαρμογή του Παπαμίχου (1985) από Meginnis 1959)

Χρονική περίοδος	Κυκλική επιφάνεια συστάδας m <sup>2</sup>	Ετήσια ποσότητα κόμης (τόνοι)	Αύξηση υδατοπαροχής cm
Πριν την υλοτομία	10,3	3,26	0
1ος χρόνος μετά από αποψιλωτική υλοτομία	0,0	0,0	38
13 χρόνια μετά	4,8	3,17	13
40 χρόνια μετά	9,3	3,26	0

Οι Βουζαράς και Καραμήτρος (1981) παρατήρησαν ότι ακόμη και το Σεπτέμβριο του ξηρού έτους 1977, το νερό έτρεχε στα ρέματα της καλά δασωμένης ανατολικής πλευράς της Όσσας. Κατά τη διάρκεια 55 λεπτών καταιγίδας (2.9.1971) έπεσαν σε λεκάνη 16,2 Ha στην ανατολική πλευρά της Όσσας 8.748 m<sup>3</sup> από τα οποία έφτασαν κατευθείαν στη θάλασσα μόνο 8,78 m<sup>3</sup>. Αυτό σημαίνει ότι, αν αφαιρεθεί ένα ποσοστό περίπου 10% υδατοσυγκράτησης από την κομοστέγη, ολόκληρο σχεδόν το υπόλοιπο νερό (7.864 m<sup>3</sup>) συγκρατήθηκε επιτόπου. Ασφαλώς ένα μεγάλο μέρος από το νερό αυτό τροφοδοτεί τις πηγές και τα ρέματα σε όλη τη διάρκεια του έτους.

Οι Σαπουντζής και Στάθης (2002) επισημαίνουν ότι μετά από απομάκρυνση του 10% της δασικής βλάστησης και ένα έντονο πλημμυρικό γεγονός επήλθε αύξηση της μέγιστης υδατοπαροχής κατά 3%, του απορρέοντος νερού κατά 7% και της στερεομεταφοράς κατά 75%.

Εδώ, ιδιαίτερα θα πρέπει να επισημανθεί ότι αλλαγές της βλάστησης, και κυρίως μετατροπή της δασικής βλάστησης σε ποώδη για αύξηση του νερού, θα πρέπει να αντιμετωπιστούν με πολύ μεγάλη προσοχή στη χώρα μας, γιατί λόγω των απότομων κλίσεων των δασικών εκτάσεων, του κλίματος με τη μακρόχρονη ξηροθερμική περίοδο και τις καταρακτώδεις βροχές και του μικρού βάθους του εδάφους, υπάρχει πάντοτε μεγάλος κίνδυνος διάβρωσης του εδάφους, καταστρεπτικών πλημμυρών και μεγάλων απωλειών νερού λόγω αυξημένων επιφανειακών απορροών. Οι μετατροπές αυτές της βλάστησης θα πρέπει να αποφασίζονται μόνο όταν είναι εντελώς εξασφαλισμένη η προστασία του εδάφους από τη διάβρωση ενώ σκόπιμη είναι να συνδυάζονται με τεχνικά έργα, τόσο για την αποτροπή πλημμυρικών φαινομένων όσο και για την μείωση της στερεοπαροχής και στερεομεταφοράς. Οι Σαπουντζής κ.α (2006), εξετάζοντας την στερεοπαραγωγή, στερεομεταφορά και διευθέτηση των χειμάρρων, αναφέρουν ότι μετά από την κατασκευή δεκαέξι φραγμάτων και τεσσάρων προφραγμάτων συγκρατήθηκαν μέσα σε μια εξαετία 14.300 m<sup>3</sup> φερτών υλικών ενώ αποτράπηκε η υποβάθμιση 2250m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup> το έτος.

### **3.6.2 Οι συνέπειες διαχειριστικών μέτρων στο δασικό έδαφος και ο υδρονομικός τους ρόλος**

#### **3.6.2.1 Επίδραση αποψιλωτικών υλοτομιών και έντονων αραιώσεων**

Η επίδραση των αποψιλωτικών υλοτομιών στις εδαφικές συνθήκες δεν είναι εύκολο να γενικευτεί. Η ευνοϊκή ή δυσμενής επίδραση εξαρτάται από το είδος, την πυκνότητα και την ηλικία της συστάδας, από τις κλιματικές συνθήκες, την τοπογραφική διαμόρφωση της περιοχής, τις εδαφικές συνθήκες, καθώς και από το χρόνο που παραμένει γυμνή η έκταση που έχει αποψιλωθεί.

Η αποψιλωτική υλοτομία έχει σαν αποτέλεσμα σοβαρές αλλαγές στις διάφορες λειτουργίες των δασικών οικοσυστημάτων. Γενικά, μετά από αποψιλωτική υλοτομία παρατηρείται χαρακτηριστική μείωση του βιολογικού ελέγχου στην κίνηση της ενέργειας, στη βιογεωχημεία και στην υδρολογία. Η μείωση αυτού του ελέγχου έχει ως συνέπεια την αύξηση της απώλειας νερού και θρεπτικών στοιχείων από το οικοσύστημα και συχνά αύξηση της διάβρωσης του εδάφους.

Η αποψιλωτική υλοτομία επηρεάζει και μεταβάλλει τις συνθήκες φωτός, θερμοκρασίας, υγρασίας και γονιμότητας του εδαφικού περιβάλλοντος, δηλαδή μεταβάλλει όλους σχεδόν τους παράγοντες που επηρεάζουν την αύξηση της βλάστησης. Η πυκνή κόμη των δέντρων, ιδίως της ελάτης και ερυθρελάτης, εμποδίζει την ηλιακή ακτινοβολία να φτάσει στο έδαφος και έτσι επηρεάζεται σημαντικά το φως και η θερμοκρασία του εδάφους και του στρώματος του αέρα κοντά στην επιφάνειά του. Κατά τους Remezon και Pogrebnyak (1965), η θερμοκρασία του αέρα σε έκταση που έχει αποψιλωθεί είναι κατά την αυξητική περίοδο 5-14°C μεγαλύτερη από εκείνη του δάσους. Κατά το χειμώνα η θερμοκρασία του αέρα σε αποψιλωμένη έκταση είναι 6° C περίπου μικρότερη

από την αντίστοιχη του δάσους. Οι διαφορές της θερμοκρασίας είναι ακόμη μεγαλύτερες στα επιφανειακά στρώματα του εδάφους.

Στις αποψιλωμένες επιφάνειες η μέση ταχύτητα του ανέμου είναι γενικά 2 έως 2,5 φορές μεγαλύτερη από την ταχύτητα του ανέμου μέσα στο δάσος. Η αύξηση αυτή του ανέμου μετά την αποψίλωση, αυξάνει την εξάτμιση του νερού από το έδαφος. Επίσης, η σχετική υγρασία του αέρα είναι πολύ μεγαλύτερη στο δάσος από την αντίστοιχη στην έκταση που έχει αποψιλωθεί, γεγονός το οποίο αυξάνει ακόμη περισσότερο την εξάτμιση από το αποψιλωμένο έδαφος. Η κόμη των δέντρων συγκρατεί σημαντικές ποσότητες νερού από τις βροχοπτώσεις, οι οποίες μπορεί να φτάσουν σε ορισμένες περιπτώσεις μέχρι και 50%, και επομένως η αποψιλωτική υλοτομία των δέντρων αυξάνει το ποσό του νερού που φτάνει στο έδαφος. Η υλοτομία των δέντρων έχει επίσης ως συνέπεια τον περιορισμό της διαπνοής, και επομένως μικρότερη απώλεια νερού από το έδαφος.

Το φύλλωμα και τα άλλα υπολείμματα των αποψιλωτικών υλοτομιών περιέχουν σημαντικές ποσότητες θρεπτικών στοιχείων. Λόγω ευνοϊκότερων συνθηκών αποσύνθεσης των φυτικών υπολειμμάτων, μεγάλες σχετικά ποσότητες θρεπτικών στοιχείων γίνονται γρήγορα διαθέσιμες στα φυτά. Οι ποσότητες αυτές των θρεπτικών στοιχείων αυξάνονται πολύ περισσότερο, αν ληφθεί υπόψη και η ταχύτερη αποσύνθεση του δασικού τάπητα που πάντα υπάρχει, καθώς και του ριζικού συστήματος το οποίο παραμένει στο έδαφος μετά την αποψιλωτική υλοτομία. Ένα μεγάλο μέρος από τα θρεπτικά αυτά στοιχεία είναι δυνατό να απομακρυνθεί από το σύστημα στα ρέματα ή στα βαθιά υπόγεια στρώματα με την έκπλυση.

Με την αποψιλωτική υλοτομία ή την έντονη αραίωση, σημαντική ποσότητα οργανικής ουσίας απομακρύνεται από το σύστημα και γενικά η ανακύκλωση των θρεπτικών στοιχείων του οικοσυστήματος διαταράσσεται, με κίνδυνο να υποβαθμιστεί η παραγωγικότητα του τόπου. Ο κίνδυνος αυτός είναι σοβαρός, όταν οι αποψιλωτικές υλοτομίες επαναλαμβάνονται τακτικά, όπως στις περιπτώσεις που χρησιμοποιούνται μικροί περίτροποι χρόνοι, καθώς και όταν απολαμβάνονται με τις υλοτομίες ολόκληρα τα δέντρα και όχι μόνο το κορμόξυλο, το οποίο και περιέχει μικρότερες σχετικά ποσότητες θρεπτικών στοιχείων.

Μετά την αποψιλωτική υλοτομία είναι δυνατόν γρήγορα να αναπτυχθεί πυκνή βλάστηση από ποώδη, θαμνώδη ή και δενδρώδη φυτά, η οποία προστατεύει ικανοποιητικά το έδαφος από τις ακραίες θερμοκρασίες, την καταστροφή της δομής και τη διάβρωση. Στην περίπτωση αυτή οι συνέπειες της αποψιλωτικής υλοτομίας είναι περιορισμένες. Σε πρεμνοφυή δάση που διαχειρίζονται κανονικά, η αύξηση της ποσότητας των στοιχείων που απομακρύνονται μετά την αποψιλωτική υλοτομία περιορίζεται συνήθως σε 3 έως 5 χρόνια μετά την υλοτομία και η αποκατάσταση της απώλειας των θρεπτικών στοιχείων στα πριν από την υλοτομία επίπεδα επιτυγχάνεται μετά από 10 έως 20 χρόνια. Υπάρχουν όμως και περιπτώσεις κατά τις οποίες η ανάπτυξη ικανοποιητικής προστατευτικής βλάστησης, μετά την αποψιλωτική υλοτομία, προχωρεί πολύ σιγά και το έδαφος παραμένει απροστάτευτο για πολλά χρόνια. Οι συνηθέστερες αλλαγές του εδάφους στην περίπτωση αυτή είναι η αποσύνθεση και η ελάττωση της οργανικής ουσίας, η καταστροφή της δομής, η μείωση της απορροφητικότητας του εδάφους, η αύξηση της επιφανειακής απορροής και της

διάβρωσης του εδάφους και γενικά η υποβάθμιση και μείωση της παραγωγικότητας του εδάφους.

Τα αργιλώδη και λεπτής μηχανικής σύστασης εδάφη διατρέχουν πολύ μεγαλύτερο κίνδυνο να υποστούν την υποβάθμιση αυτή, όταν παραμείνουν για μεγάλο χρονικό διάστημα γυμνά μετά από αποψιλωτική υλοτομία. Τα εδάφη αυτά, ιδίως όταν είναι υγρά, μπορεί να πάθουν σοβαρές ζημιές λόγω της συμπύκνωσης που υφίστανται με τη χρήση βαρέων μηχανημάτων για την υλοτομία και απομάκρυνση του ξύλου. Η συμπύκνωση αυτή περιορίζει το πορώδες και τη διείσδυση του νερού και αυξάνει την επιφανειακή απορροή και τη διάβρωση του εδάφους (Παπαμίχος, 1985).

Ευεργετική για τις εδαφικές συνθήκες θεωρείται η αποψιλωτική υλοτομία και η έντονη αραίωση στα δασικά εδάφη με παχύ στρώμα συσσωρευμένου ακατέργαστου χούμου τύπου mor. Στις περιπτώσεις αυτές επιτυγχάνεται καλύτερη και ταχύτερη αποσύνθεση της οργανικής ουσίας, καλύτερη ανάμειξη της με το ορυκτό έδαφος, αύξηση των θρεπτικών στοιχείων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τα φυτά και βελτίωση των φυσικών ιδιοτήτων του εδάφους.

Γενικά, μπορεί να λεχθεί ότι η αποψιλωτική υλοτομία περιορίζει δραστικά τη διαπνοή, την πρόσληψη θρεπτικών στοιχείων από το έδαφος, αυξάνει την ποσότητα της ηλιακής ενέργειας που φτάνει στην επιφάνεια του εδάφους και κατά συνέπεια κάνει το έδαφος θερμότερο, υγρότερο και πλουσιότερο σε αφομοιώσιμα θρεπτικά στοιχεία. Γενικά, δημιουργούνται συνθήκες που τείνουν να ενεργοποιήσουν όλες τις διαδικασίες αναπαραγωγής και αύξησης της βλάστησης, ώστε το γρηγορότερο δυνατόν η επιφάνεια να καλυφθεί με

βλάστηση. Με τον τρόπο αυτό, η φύση προσπαθεί να περιορίσει, όσο το δυνατόν περισσότερο, την υποβάθμιση του οικοσυστήματος.

Συμπερασματικά, οι σπουδαιότερες επιδράσεις των αποψιλωτικών υλοτομιών και των έντονων αραιώσεων είναι:

- α) Αύξηση της αποσύνθεσης του δασικού τάπητα.
- β) Ελάττωση της οργανικής ουσίας των επιφανειακών στρωμάτων του εδάφους.
- γ) Αύξηση της συμπύκνωσης του εδάφους και απώλεια νερού, λόγω της εξάτμισης και της επιφανειακής απορροής.
- δ) Επιτάχυνση της διάβρωσης του εδάφους, Ιδίως όταν οι κλίσεις είναι μεγάλες.
- ε) Εμφάνιση φυσικής αναγέννησης ειδών συχνά μη επιθυμητών.
- στ) Εγκατάσταση θα και ποώδους βλάστησης η οποία παρεμποδίζει ή και συναγωνίζεται έντονα τη φυσική αναγέννηση.
- ζ) Πιθανή εμφάνιση παρασιτικών οργανισμών, λόγω αλλαγής των οικολογικών συνθηκών.
- η) Αύξηση του κινδύνου πυρκαγιάς στα πρώτα μετά την αποψίλωση χρόνια, λόγω συσσώρευσης μεγάλου όγκου εύφλεκτου υλικού.
- θ) Ελάττωση της αντίστασης της συστάδας σε ισχυρούς ανέμους ή και σε άλλες δυσμενείς επιδράσεις στην περίπτωση της έντονης αραίωσης.
- ι) Πιθανή απομάκρυνση θρεπτικών στοιχείων από το σύστημα έδαφος-δάσος με την έκπλυση θρεπτικών στοιχείων, που ελευθερώνονται σε μεγάλες ποσότητες μετά την υλοτομία.

Ασθενείς αραιώσεις πρέπει να προτιμάμε στα παρακάτω εδάφη:

- α) Στα σκελετικά και αβαθή εδάφη, όπου υπάρχει κίνδυνος ανατροπής των δέντρων από τους ανέμους.

β) Στα εδάφη με μεγάλες κλίσεις, για να αποφύγουμε την αύξηση της επιφανειακής απορροής του νερού και τη διάβρωση του εδάφους.

γ) Στους θερμούς και ξηρούς τόπους ή σε θέσεις εκτεθειμένες στους ξηρούς ανέμους, για να εξοικονομήσουμε υγρασία και να παρεμποδίσουμε την ελάττωση της οργανικής ουσίας.

δ) Στα πολύ γόνιμα και χορτομανή εδάφη, για να περιοριστεί η ανάπτυξη της συναγωνιστικής βλάστησης.

ε) Στα αργιλώδη εδάφη με ασθενή δομή, όπου ραγδαίες βροχές καταστρέφουν τη δομή του επιφανειακού εδάφους.

Έντονες αραιώσεις δικαιολογούνται: α) στις ψυχρές και υγρές θέσεις βόρειων συνήθως εκθέσεων με συσσώρευση χούμου τύπου mor, β) σε οργανικά εδάφη με μικρή παραγωγικότητα και γ) στις περιπτώσεις εύκολης φυσικής αναγέννησης και μικρού κινδύνου διάβρωσης του εδάφους.

Από τα παραπάνω, φαίνεται ότι από την άποψη συντήρησης της παραγωγικότητας των δασικών εδαφών στη χώρα μας, πρέπει να προτιμάμε τις ασθενείς και μέτριες αραιώσεις, και σε περιορισμένες περιπτώσεις να γίνονται έντονες αραιώσεις ή αποψιλωτικές υλοτομίες. Σε καμιά περίπτωση δεν πρέπει να γίνονται αποψιλωτικές υλοτομίες και έντονες αραιώσεις αν είναι βέβαιο ότι θα παρατηρηθεί διάβρωση του εδάφους. Στις περιπτώσεις κατά τις οποίες η φυσική αναγέννηση είναι πολύ βραδεία και αμφίβολη, μετά από αποψιλωτική υλοτομία θα πρέπει να γίνεται το συντομότερο τεχνητή αναγέννηση με φύτευση. Πολύ ισχυρές αραιώσεις αυξάνουν μεν την ποσότητα των κατακρημνισμάτων που φθάνουν στην επιφάνεια του εδάφους, αλλά συγχρόνως αυξάνουν και την εξάτμιση, την κίνηση του αέρα, την προσπίπτουσα στο έδαφος ηλιακή



ακτινοβολία, την ανάπτυξη υποβλάστησης, έτσι ώστε το τελικό αποτέλεσμα να μην είναι πάντοτε θετικό.

Η επίδραση αυτή των αραιώσεων πάνω στην υγρασία του εδάφους φαίνεται καλύτερα στον πίνακα που ακολουθεί και βασίζεται σε μετρήσεις των Mitscherlich και Moll, 1970 για την ψευδοτσούγκα και του Lang, 1970 για την ερυθρελάτη.

Δεν είναι όμως το δάσος μόνο καταναλωτής νερού, όπως προαναφέραμε, αλλά και σημαντικός ρυθμιστής της διήθησης και επιφανειακής απορροής του νερού.

Πίνακας 57 : Επίδραση του βαθμού αραιώσης πάνω στην υγρασία του εδάφους σε συστάδες ψευδοτσούγκας και ερυθρελάτης (Mitscherlich, 1981)

<u>Ψευδοτσούγκα:</u>		35 χρονών			29 χρονών	
συστάδα	Γυμνή επιφάνεια					
αραίωση	-	ισχυρή	μέτρια	ασθενής	ισχυρή	ασθενής
υγρασία	85	73	76	68	74	66
εδάφους						
<u>Ερυθρελάτη:</u>		56 χρονών				
συστάδα	Λιβάδι					
αραίωση	-	ισχυρή		μέτρια		ασθενής
υγρασία	91	88		86		80
εδάφους						

Το μεγάλο πορώδες των δασικών εδαφών, που διευκολύνει την ταχύτερη διήθηση του νερού μέσα στο έδαφος, έχει σαν συνέπεια την ελαχιστοποίηση της

επιφανειακής απορροής του νερού και φυσικά του περιορισμού στο ελάχιστο της διάβρωσης του εδάφους.

Το δάσος με τους ποικίλους μηχανισμούς και λειτουργίες που διαθέτει έπαιξε και παίζει αποφασιστικό ρόλο, τόσο στη δημιουργία των εδαφών (εδαφογέννεση), όσο και στην προστασία και διατήρησή τους.

Για χώρες σαν την δική μας, με έντονο ανάγλυφο και ραγδαίες βροχοπτώσεις, ο αντιδιαβρωτικός ρόλος του δάσους παίρνει μια από τις πρώτες θέσεις στην αξιολογική σειρά των ωφελειών από το δάσος.

Ο πίνακας που ακολουθεί είναι ιδιαίτερα διευκρινιστικός και κατατοπιστικός για αυτή την επίδραση του δάσους.

Πίνακας 58 : Επιφανειακή απορροή και διάβρωση σε σχέση με την χρήση του εδάφους (Ursic και Dendy, 1969)

Χρήση εδάφους	Επιφανειακή απορροή % των ετησίων κατακρημνισμάτων (1320 mm)	Ετήσια διάβρωση (μεταφορά εδάφους) t/ha
Αγρός	34	10,00
Βοσκότοπος	29	0,80
Χέρσο	13	0,07
Δάσος φυλλοβόλων	10	0,05
Αναδάσωση πεύκης	2	0,01

Βέβαια αυτός ο αντιδιαβρωτικός ρόλος του δάσους είναι μέσα σε κάποια όρια αντικείμενο ιδιαίτερου δασοκομικού χειρισμού.

Η κατάλληλη σύνθεση και δομή των δασών, σε συνδυασμό με προσεκτικούς χειρισμούς και μελετημένες μεθόδους συγκομιδής, μπορούν να μεγιστοποιήσουν την αντιδιαβρωτική επίδραση του δάσους με πολλαπλή κοινωνική ωφέλεια.

Αυτός ο ρόλος του δάσους, παρ' ότι είναι προφανής, δεν συνειδητοποιήθηκε ίσως σ' όλο του το μέγεθος, με αποτέλεσμα στη σημερινή εποχή να είναι ακόμη νοητό να καταστρέφονται δάση από τον "πολιτισμένο και σκεπτόμενο σύγχρονο" άνθρωπο. Στη Νότια Αμερική υπολογίζεται ότι καταστρέφεται κάθε χρόνο από διάβρωση, αφού πρώτα γίνει εκδάσωση, μια έκταση 10 εκατ. εκταρίων (περίπου η έκταση της χώρας μας.)

Στη χώρα μας η κατάσταση δεν εμφανίζεται καλύτερη και υπολογίζεται ότι η καταστροφή φθάνει στα 50.000 - 100.000 στρέμματα το χρόνο (έκταση μικρού νησιού) (Βέργος, 2000).

Τη μέγιστη υδρογεωνομική ικανότητα έχει το κανονικό, μικτό, κηπευτό σπερμοφυές δάσος, από βαθύριζα, αείφυλλα βελονοφόρα και εδαφοβελτιωτικά πλατύφυλλα. (Μουλόπουλος, 1929).

Όταν δεν γίνονται καλλιεργητικές εργασίες και τα δέντρα εξακολουθούν να διατηρούν τις αποστάσεις που είχαν κατά τη φύτευσή τους, Εμφανίζουν συχνά ζημίες από τα χιόνια (χιονορριψίες, χιονοθλασίες), γεγονός που μειώνει την υδρογεωνομική τους αξία (Κωτούλας, 1965).

Η μεγαλύτερη υδρονομική σημασία του δάσους είναι η αποτροπή των πλημμυρών και η σημαντική μείωση των πλημμυρικών αιχμών, καθώς και ο εμπλουτισμός των υπόγειων υδροφορέων (Στεφανίδης, 2005).

### **3.6.3 Η διαχείριση των λεκανών απορροής και η παραγωγή νερού**

Σε ένα προστατευτικό δάσος μπορεί να μην ενδείκνυται καμία μείωση της βλάστησης γιατί αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της διάβρωσης και των πλημμύρων που θα έκαμαν μέρος του παραγόμενου νερού άχρηστο. Σε άλλες όμως περιπτώσεις όπου η βλάστηση δεν είναι τόσο ουσιώδης για την προστασία της λεκάνης, εκεί η ανάγκη για περισσότερο νερό μπορεί να δικαιολογήσει υλοτομία του δάσους με διάφορους τρόπους και εντάσεις. Έτσι, όπου ο βασικός διαχειριστικός σκοπός του δάσους είναι ο υδρονομικός του ρόλος, οι διάφοροι δασοκομικοί χειρισμοί μπορούν να έχουν σημαντικά αποτελέσματα (Βουζαράς, 1978).

Στους πίνακες που ακολουθούν παρουσιάζονται τα αποτελέσματα διάφορων χειρισμών στην απορροή. Οι χειρισμοί αυτοί είναι :

- ✓ Η αποψιλωτική υλοτομία του δάσους
- ✓ Η μερική υλοτομία του δάσους
- ✓ Η υλοτομία της παρόχθιας και παραποτάμιας βλάστησης
- ✓ Η πυρκαγιά
- ✓ Οι αναδασώσεις

Η ακριβής επίδραση των διάφορων δασοκομικών χειρισμών σε μια λεκάνη απορροής παρουσιάζει δυσκολίες αφού η επέκταση των αποτελεσμάτων από

πειραματικές λεκάνες δεν μπορεί να επιτευχθεί απόλυτα, αφού ο βαθμός επίδρασης του δάσους είναι διαφορετικός σε λεκάνες με άλλες γεωλογικές, τοπογραφικές, εδαφικές και κλιματολογικές συνθήκες.

Γενικά όμως ισχύει ότι μείωση της δασικής βλάστησης προκαλεί αύξηση της παραγωγής νερού καθώς και ότι φυσική ή τεχνητή επανεγκατάσταση δάσους προκαλεί βαθμιαία μείωση της παραγωγής νερού στο σύνολό της (Βουζαράς, 1978).

Στη σημερινή εποχή και κάτω από το βάρος της επικείμενης ξηρασίας ακούγονται φωνές που υποστηρίζουν την αποψίλωση των δασών ή τη μετατροπή τους σε χλόη αφού έτσι θα αυξηθεί το διαθέσιμο νερό. Η απάντηση έχει τρία σκέλη και περιγράφονται παρακάτω:

- ✓ Ο μεγαλύτερος υδατοαποταμιευτήρας είναι το έδαφος, το οποίο για να συγκρατηθεί ή ακόμη και να δημιουργηθεί πρέπει να υπάρχει ή να εγκατασταθεί δάσος.
- ✓ Για να διατηρηθεί η χωρητικότητα των διάφορων τεχνικών έργων πρέπει να προφυλάσσονται από την πρόσχωση και αυτήν την υπηρεσία την εγγυάται το δάσος.
- ✓ Για να διοχετευθεί το νερό στην κατανάλωση πρέπει να φιλτραριστεί από αιωρούμενα σωματίδια και οι καλά δασωμένες λεκάνες απορροής από όπου προέρχεται το νερό εξασφαλίζουν την καλύτερη ποιότητα (Βουζαράς, 1978).

Στους πίνακες που ακολουθούν παρουσιάζονται διάφοροι δασοκομικοί χειρισμοί και τα αποτελέσματά τους στην υδατική οικονομία.

Πίνακας 59: Επίδραση των αποφιλωτικών υλοτομιών στην παραγωγή νερού κατά το πρώτο έτος μετά τον χειρισμό σε λεκάνες απορροής των Η.Π.Α. (Βουζαράς, 1978)

α/α	Θέση πειραματικής λεκάνης απορροής	Γεωγραφικό πλάτος	Επιφάνεια σε στρέμματα	Έκθεση	Μέσο υψόμετρο Μ	Υπάρχουσα βλάστηση στην πειραματική λεκάνη και έδαφος	Χειρισμός που έγινε	Μέσο ύψος κατακρημνισμάτων σε mm	Διανομή των κατακρημνισμάτων εντός του έτους	Απορροή σε mm	Αύξηση απορροής σε mm	Χρόνος κατά τον οποίο επήλθε η αύξηση
1	Coweeta 13 (B. Καρολίνα)	36°	161	BA	810	Πλατύφυλλα σε μίξη, στηθιαία κυκλική επιφάνεια περίπου 24m <sup>2</sup> /Ha. Έδαφος προερχόμενο από γρανίτη αμμοπηλώδες, βαθύτητα μέχρι 6μ.	Αποφιλωτική υλοτομία το 1940, καμία απομάκρυνση, επαναβλάστηση.	1.854	Η διανομή των κατακρημνισμάτων είναι ομοιόμορφη καθ' όλο το έτος. Μόνο το 5% πέφτει σε χιόνι.	813	381	Η αύξηση σημειώθηκε ολόκληρο το έτος.
2	Coweeta 17	36°	135	ΒΔ	885	Πλατύφυλλα σε μίξη, στηθιαία κυκλική επιφάνεια περίπου 24m <sup>2</sup> /Ha. Έδαφος προερχόμενο από γρανίτη αμμοπηλώδες, βαθύτητα μέχρι 6μ.	Αποφιλωτική υλοτομία το 1941, καμία απομάκρυνση, κοπή των επαναβλαστημάτων.	1.930	Η διανομή των κατακρημνισμάτων είναι ομοιόμορφη καθ' όλο το έτος. Μόνο το 5% πέφτει σε χιόνι.	787	406	Η αύξηση σημειώθηκε ολόκληρο το έτος.
3	Coweeta 3	36°	92	NA	825	Πλατύφυλλα σε μίξη, στηθιαία κυκλική επιφάνεια περίπου 24m <sup>2</sup> /Ha. Έδαφος προερχόμενο από γρανίτη αμμοπηλώδες, βαθύτητα μέχρι 6μ.	Αποφιλωτική υλοτομία το 1940 και απόδοση στη γεωργία	1.854	Η διανομή των κατακρημνισμάτων είναι ομοιόμορφη καθ' όλο το έτος. Μόνο το 5% πέφτει σε χιόνι.	610	127	Η αύξηση σημειώθηκε ολόκληρο το έτος.
4	Coweeta 37	36°	437	BA	1280	Πλατύφυλλα σε μίξη, στηθιαία κυκλική επιφάνεια περίπου 24m <sup>2</sup> /Ha. Έδαφος προερχόμενο από γρανίτη αμμοπηλώδες, βαθύτητα μέχρι 6μ.	Αποφιλωτική υλοτομία το 1963, καμία απομάκρυνση, επαναβλάστηση.	2.286	Η διανομή των κατακρημνισμάτων είναι ομοιόμορφη καθ' όλο το έτος. Μόνο το 5% πέφτει σε χιόνι.	1.575	279	Η αύξηση σημειώθηκε ολόκληρο το έτος.
5	Fernow 1 (Δυτική)	38°	299	BA	755	Πλατύφυλλα σε μίξη, στηθιαία κυκλική επιφάνεια περίπου 24m <sup>2</sup> /Ha.	Το 1958 εμπορική		Λιγότερα κατακρημνίσματα,			Η αύξηση σημειώθηκε

	Βιρτζίνια					Έδαφος 1-1,5μ από ψαμμίτες	αποφιλωτική υλοτομία στο 85% με απομάκρυνση και επαναβλάστηση.	1.549	κατά τα λοιπά όμοια με Coweeta.	584	132	ολόκληρο το χρόνο και περισσότερο την βλαστητική περίοδο
6	Wagon Wheel (Κολοράντο)	40°	811	BA	3110	Το 84% δασοσκεπής από κωνοφόρα και λεύκες. Έδαφος βραχώδες, από χαλαζίες.	Αποφιλωτική υλοτομία το 1919, μερική απομάκρυνση, επαναβλάστηση.	533	Τα ¼ των κατακρημισμάτων πέφτουν τον χειμώνα. Το ½ του συνόλου σε χιόνι.	160	33	Η αύξηση σημειώθηκε την άνοιξη.
7	Hubbard Brook 2 (New Hampshire)	42°	-	-	-	-	Αποφιλωτική υλοτομία, καμία απομάκρυνση, καμία επαναβλάστηση.	1.219		762	330	Η αύξηση σημειώθηκε το καλοκαίρι.
8	Andrews 1 (Ορεγκον)	43°	959	ΒΔ	700	Κωνοφόρα. Έδαφος από ηφαιστειακή σκόνη, αβαθές μέχρι μέτρια βαθύ.	Αποφιλωτική υλοτομία, απομάκρυνση με τη μέθοδο Skyline, καύση υπολλειμάτων.	2.286	Πολύ βροχερός χειμώνας και ξηρό το καλοκαίρι.	1.346	457	Πολύ μικρή αύξηση των θερινών απορροών.

Πίνακας 60: Επίδραση των υλοτομιών κατά λωρίδες στην παραγωγή νερού κατά το πρώτο έτος μετά τον χειρισμό σε λεκάνες απορροής των Η.Π.Α. (Βουζαράς, 1978)

a/a	Θέση πειραματικής λεκάνης απορροής	Γεωγραφικό πλάτος	Επιφάνεια σε στρέμματα	Έκθεση	Μέσο υψόμετρο M	Υπάρχουσα βλάστηση στην πειραματική λεκάνη και έδαφος	Χειρισμός που έγινε	Μέσο ύψος κατακρημνισμάτων σε mm	Διανομή των κατακρημνισμάτων εντός του έτους	Απορροή που έπρεπε να έχει mm	Αύξηση απορροής σε mm	Αύξηση απορροής %	Χρόνος κατά τον οποίο επήλθε η αύξηση
1	Coweeta 22 (B. Καρολίνα)	36°	344	B	1.035	Πλατύφυλλα σε μίξη, στηθιαία κυκλική επιφάνεια περίπου 24m <sup>2</sup> /Ha. Έδαφος προερχόμενο από γρανίτη αμμοπηλώδες, βαθύτητα μέχρι 6μ.	Αποφιλωτική υλοτομία του 50% κατά θέσεις σε εναλλακτικές λωρίδες των 10μ, καμία απομάκρυνση Η επαναβλάστηση περιορίστηκε για τέσσερα χρόνια.	2.108	Η διανομή των κατακρημνισμάτων είναι ομοιόμορφη καθ' όλο το έτος. Μόνο το 5% πέφτει σε χιόνι.	1.295	203	16	Η αύξηση σημειώθηκε ολόκληρο το έτος.
2	Coweeta 40	36°	203	NA	1.035	Πλατύφυλλα σε μίξη, στηθιαία κυκλική επιφάνεια περίπου 24m <sup>2</sup> /Ha. Έδαφος προερχόμενο από γρανίτη αμμοπηλώδες, βαθύτητα μέχρι 6μ.	Απομάκρυνση του 27%της κυκλικής στηθιαίας επιφάνειας επιλογικώς, επαναβλάστηση.	1.981	Η διανομή των κατακρημνισμάτων είναι ομοιόμορφη καθ' όλο το έτος. Μόνο το 5% πέφτει σε χιόνι.	1.067	Όχι σημαντική		



3	Fernow 2 (Δυτική Βιρτζίνια)	38°	154	N	780	Πλατύφυλλα σε μίξη, στηθιαία κυκλική επιφάνεια περίπου 24m <sup>2</sup> /Ha. Έδαφος 5μ. από ψαμμίτη, φυλλίτες.	Απομάκρυνση του 36% της κυκλικής στηθιαίας επιφάνειας ανερεχόμενης σε 24M <sup>2</sup> /Ha.	1.524	Λιγότερα κατακρημνίσματα, με κατανομή σε όλο το έτος.	660	66	10	Η αύξηση σημειώθηκε ολόκληρο το έτος.
4	Fernow 3	38°	344	N	805	Πλατύφυλλα σε μίξη, στηθιαία κυκλική επιφάνεια περίπου 24m <sup>2</sup> /Ha. Έδαφος 5μ. από ψαμμίτη, φυλλίτες.	Απομάκρυνση του 14% της κυκλικής στηθιαίας επιφάνειας επιλογικώς.	1.524	Λιγότερα κατακρημνίσματα, με κατανομή σε όλο το έτος.	635	Όχι σημαντική		
5	Fraser Fool Creek (Κολοράντο)	39°	2.890	B	3.200	Κωνοφόρα (ερυθρελάτη), έδαφος από γρανίτη, βαθύτητας >2,5 μ.	Απομάκρυνση του 40% σε λωρίδες, επαναβλάστηση.	762 (εκ των οποίων τα 572 χιόνι)	Τα κατακρημνίσματα πέφτουν τον χειμώνα, το καλοκαίρι είναι ήπιο.	279	87	31	Η αύξηση σημειώθηκε την άνοιξη, λιγότερο το καλοκαίρι και πολύ λίγο αρχές φθινοπώρου.

Πίνακας 61: Επίδραση της κοπής παρόχθιας βλάστησης στην παραγωγή νερού σε λεκάνες απορροής των Η.Π.Α. (Βουζαράς,1978)

α/α	Θέση πειραματικής λεκάνης απορροής	Γεωγραφικό πλάτος	Επιφάνεια σε στρέμματα	Έκθεση	Μέσο υψόμετρο M	Υπάρχουσα βλάστηση στην πειραματική λεκάνη και έδαφος	Χειρισμός που έγινε	Μέσο ύψος κατακρημνισμάτων σε mm	Διανομή των κατακρημνισμάτων εντός του έτους	Απορροή που έπρεπε να έχει mm	Αύξηση απορροής σε mm	Αύξηση απορροής %	Χρόνος κατά τον οποίο επήλθε η αύξηση
1	San Dimas, Monroe, Cayon	35°	3.541	N	840	Αείφυλλα πλατύφυλλα με υψηλή παραποτάμια βλάστηση κατά μήκος των ρευμάτων, έδαφος αβαθές.	Υλοτομήθηκε η παρόχθια βλάστηση με έλεγχο των παραβλαστημάτων με ζιζανιοκτόνα σε ποσοστό 4,3%.	660	Το καλοκαίρι πολύ ξηρό και θερμό, χειμώνας υγρός.	66	10	15	Ιούνιο-Σεπτέμβριο.
2	Sierra Ancha North Fork	35°	1.004	ΝΔ	2.225	Κωνοφόρα, έδαφος μέχρι 5μ. βάθος.	Υλοτομήθηκαν οι υγρές θέσεις που καταλάμβαναν το 32% της έκτασης και αντικαταστάθηκαν με χλόη.	813	Το καλοκαίρι πολύ ξηρό και θερμό.	89	51	57	-
3	Sierra Ancha North Fork, Αριζόνα	35°	1.004	ΝΔ	2.225	Κωνοφόρα, έδαφος μέχρι 5μ. βάθος.	Υλοτομήθηκαν οι ξηρές θέσεις που κάλυπταν το 41% της επιφάνειας αντικαταστάθηκαν με χλόη.	813	Το καλοκαίρι πολύ ξηρό και θερμό.	89	28	31	-
4	Conweeta 6 B. Καρολίνα	36°	88	ΒΔ	790	Πλατύφυλλα σε μίξη, έδαφος βαθύ μέχρι 6μ.	Υλοτομήθηκε η παρόχθια βλάστησης που καταλάμβανε το 12% της επιφάνειας.	1.354	Διανομή των βροχών ομοιόμορφα όλο το έτος.	838	Όχι σημαντική		-
5	Prescott, Αριζόνα	35°	996	ΝΔ	2.200	Αείφυλλα πλατύφυλλα, βάθος εδάφους 48cm-1μ.	Νεκρώθηκε η παραποτάμια βλάστηση με φυτοκτόνα που καταλάμβανε το 15% της έκτασης της λεκάνης. Η βλάστηση δεν ήταν υδροχαρής τύπου.	610	Το 50-60% κατά τη διάρκεια της χειμερινής περιόδου.	-	-	32	Το 85% το χειμώνα

Πίνακας 62: Επίδραση των δασικών πυρκαγιών στην παραγωγή νερού σε λεκάνες απορροής (Βουζαράς, 1978)

α/α	Θέση πειραματικής λεκάνης απορροής	Γεωγραφικό πλάτος	Επιφάνεια σε στρέμματα	Έκθεση	Μέσο υψόμετρο Μ	Υπάρχουσα βλάστηση στην πειραματική λεκάνη και έδαφος	Χειρισμός που έγινε	Μέσο ύψος κατακρημνισμάτων σε mm	Διανομή των κατακρημνισμάτων εντός του έτους	Απορροή mm	Παρατηρήσεις σχετικά με το χρόνο απορροής.
1	Λεκάνη D	35°	325	B	1000-1600	Πυκνά αείφυλλα πλατύφυλλα	Τα έτη 1957, 1958, 1959, κανένας χειρισμός.	610 (μ.ο. των 3 ετών)	Το 24% εντός του θέρους	235	Διαλείπουσα (Ιούλιο-Σεπτέμβριο καμία απορροή)
							Το 1959-1960 συνέβη η πυρκαγιά.	965 (έτους)	Το 28% εντός του θέρους	2.840	Συνεχής (Ιούλιο-Σεπτέμβριο 94mm απορροή)
							Το 1961, 1962, 1963, κανένας χειρισμός.	590 (μ.ο. των 3 ετών)	Το 20% εντός του θέρους	48,2	Συνεχής (Ιούλιο-Σεπτέμβριο 4,8mm απορροή)
2	Λεκάνη C	35°	386	B	1000-1600	Πυκνά αείφυλλα πλατύφυλλα	Τα έτη 1957, 1958, 1959, κανένας χειρισμός.	547 (μ.ο. των 3 ετών)	Το 24% εντός του θέρους	19	Διαλείπουσα (Ιούλιο-Σεπτέμβριο καμία απορροή)
							Το 1959-1960 συνέβη η πυρκαγιά.	861 (έτους)	Το 28% εντός του θέρους	290	Συνεχής (απορροή ολόκληρο το έτος)
							Το 1961, 1962, 1963, έλεγχος των παραβλαστημάτων.	492(μ.ο. των 3 ετών)	Το 20% εντός του θέρους	101	Συνεχής (απορροή ολόκληρο το έτος)
3	Λεκάνη B	35°	188	B	1000-1600	Πυκνά αείφυλλα πλατύφυλλα	Τα έτη 1957, 1958, 1959, κανένας χειρισμός.	461(μ.ο. των 3 ετών)	Το 24% εντός του θέρους	0	Καθόλου απορροή
							Το 1959-1960 συνέβη η πυρκαγιά.	727(έτους)	Το 28% εντός του θέρους	124	Διαλείπουσα (Ιούλιο-Σεπτέμβριο καμία απορροή)
							Το 1961, 1962, 1963, κανένας χειρισμός.	422 (μ.ο. των 3 ετών)	Το 20% εντός του θέρους	10	Διαλείπουσα

Παρατήρηση: Καλοκαίρι 1 Ιουνίου -30 Σεπτεμβρίου

Πίνακας 63: Επίδραση των αναδασώσεων στην παραγωγή νερού σε λεκάνες απορροής των Η.Π.Α. (Βουζαράς, 1978)

α/α	Θέση πειραματικής λεκάνης απορροής	Γεωγραφικό πλάτος	Επιφάνεια σε στρέμματα	Έκθεση	Μέσο υψόμετρο M	Υπάρχουσα βλάστηση στην πειραματική λεκάνη και έδαφος	Χειρισμός που έγινε	Μέσο ύψος κατακρημνισμάτων σε mm	Μορφή των κατακρημνισμάτων	Απορροή mm	Μείωση mm	Ποσοστό %	Χρόνος κατά τον οποίο επήλθε η αύξηση
1	Coshocton Ohio	40°	176	N.Δ.	350	30% Πλατύφυλλα το 1938, πετρώματα ιζηματογενή, έδαφος πηλοαμμώδες.	Αναδάσωση του 70% της επιφάνειας με πεύκη το 1939.	990	Λίγο χιόνι	305	137 (μετά 19 χρόνια)	45	70% την εποχή πτώσης των φύλλων
2	Western Tennessee	37°	357	A.	160	23% πλατύφυλλα σε μίξη το 1941, έδαφος πηλοαμμώδες.	Αναδάσωση του 75% της επιφάνειας με πεύκη το 1946.	1.245	-	254	114 (μετά 19 χρόνια)	45	Καμία αλλαγή στις θερινές απορροές
3	Eastern Tennessee	37°	6.940	N.A.	410	65% πλατύφυλλα σε μίξη με πεύκη το 1934, ασβεστόλιθος.	Αναδάσωση του 34% της επιφάνειας με πεύκη.	1.193	-	457	Καμία αλλαγή μετά από 18 χρόνια.		
4	Sage Brook, New York	42°	1.810	N.A.	525	Πλατύφυλλα σε μίξη με κωνοφόρα (εγκαταλελειμμένοι αγροί).	Αναδάσωση του 47% της επιφάνειας με πεύκη το 1932.	990	-	533	102 (μετά 26 χρόνια)	19	-
5	Sacandaga, New York	42°	1.272.000	-	575	Πλατύφυλλα με κωνοφόρα, σε παραγετονικές αποθέσεις βαθύτητας <1μ.	Η κυκλική στηθιαία επιφάνεια αυξήθηκε από 16M2/ Ha σε 27M2/ Ha από το 1912 έως το 1950.	1.168	Αρκετό χιόνι	768	203 (Μέσα σε 38 χρόνια)		Το πλείστον την εποχή πτώσης των φύλλων

### 3.6.4. Υδρολογική επίδραση της βλάστησης

Η συγκράτηση των ορεινών υδάτων στον χώρο των λεκανών απορροής και η σταθεροποίηση της παροχής (μείωση της  $Q_{max}$  αύξηση των  $Q_{min}$ ) των χειμαρρικών ρευμάτων επιτυγχάνεται με την ύπαρξη βλάστησης η οποία είτε φύεται φυσικά είτε ιδρύεται τεχνητά.

Μια δασωμένη λεκάνη απορροής έχει τη δυνατότητα να συγκρατεί σημαντικό ύψος βροχής ενός επεισοδίου, ικανού να δημιουργήσει πλημμυρικά 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. Η ευεργετική του επίδραση, 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 τις συνθήκες πριν την έναρξη της βροχής.

Από τα παραπάνω γίνεται αντιληπτό 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 και επεμβάσεων στις παραρεμάτιες ζώνες και την κοίτη των υδατορευμάτων, οι ζημιές είναι πολύ σημαντικές και από πλημμύρες με μικρή περίοδο επαναφοράς. Ενδεικτικό της κατάστασης είναι η εκτίμηση ότι σήμερα μια πλημμύρα με περίοδο επαναφοράς 20 χρόνων προξενεί, για τους παραπάνω λόγους, ζημιές ίσες με εκείνες μιας πλημμύρας με περίοδο επαναφοράς 100 χρόνων στο παρελθόν.

Με εργαλείο την δασική βλάστηση επιδιώκουμε γενικώς να αποτρέψουμε τις εξής δύο βασικές ιδιότητες των χειμάρρων:

- 1) Την ανώμαλη δίαυτα των ρεόντων υδάτων, από τις πλημμύρες κατά τη διάρκεια του φθινοπώρου, του χειμώνα και της άνοιξης έως την έλλειψη ύδατος συνέπεια της θερινής ανομβρίας.
- 2) Τη στερεομεταφορά, δηλαδή την απόσπαση, μεταφορά και απόθεση σημαντικών ποσοτήτων στερεών υλικών.

Αναλογικά μπορούμε να διακρίνουμε την αποστολή του δάσους στις διευθετήσεις των χειμάρρων σε ρυθμιστική και προστατευτική. Στο σύνολό τους συνιστούν τον υδρονομικό ή καλύτερα των υδρογεωνομικό ρόλο του δάσους (από το ύδωρ + γαίας νέμειν).

#### **3.6.4.1 Ο υδρονομικός ρόλος των δασών της περιοχής έρευνας**

Ο υδρονομικός ρόλος του δάσους μεγιστοποιείται και αριστοποιείται ανάλογα με τη διαχειριστική αλλά και τη δασοπονική μορφή του δάσους. Ένα σπερμοφυές κηπευτό δάσος είναι η ιδανική μορφή προστατευτικού υδρονομικού δάσους. Αντίθετα ένα πρεμνοφυές ομήλικο έχει περιορισμένη, περιοδικά διακοπτόμενη υδρονομική και προστατευτική επίδραση.

## Τμήμα 12

Το τμήμα αυτό διαχειρίζεται πρεμνοφυώς με όλες τις αρνητικές για την προστασία του εδάφους και την υδρονομία της περιοχής συνέπειες.

Η είσοδος της ελάτης στις βόρειες κυρίως εκθέσεις στα κοιλώματα και ρέματα βελτίωσε σε μεγάλο βαθμό τον υδρονομικό ρόλο αυτού του δάσους και εμμέσως υποχρέωσε τους δασοδιαχειριστές να θέσουν τα πρεμνοφυή δρυοδάση του τμήματος σε αναγωγική διαδικασία.

## Τμήματα 14 και 15

Εδώ κυριαρχεί η ελάτη που διαχειρίζεται βέβαια σπερμοφυώς αλλά τα δάση είναι ακόμη ακανόνιστα, φτωχά σε ξυλαπόθεμα και με αρκετά διάκενα. Δεν λειτουργούν ικανοποιητικά ως προς τον προστατευτικό και υδρονομικό τους ρόλο. Η κατάλληλη βέβαια διαχείρισή τους μπορεί να οδηγήσει σε καλύτερες δομές (κηπευτή, υποκηπευτή) ώστε ο προστατευτικός –υδρονομικός τους ρόλος να βελτιωθεί και σταδιακά να αριστοποιηθεί.

Τα προστατευτικά αλλά και τα υδρολογικά δάση που αξιοποιούν το μέγιστο των νερών χωρίς επιφανειακές απορροές είναι πια κοινωνική απαίτηση και επιτακτική ανάγκη.

Η υδρονομική θωράκιση και υδρολογική διαχείριση της περιοχής της περιοχής χρειάζονται άμεσα υδρονομικά μέτρα. Φυτοκομικά τέτοια όπως και μικρά τεχνικά έργα συμβατά είναι αναγκαία. Η κατάλληλη χρήση των οικοσυστημάτων, η χωροθέτηση των χρήσεων γης και η προστασία από τη βόσκηση (καστανιά) είναι σε κάθε περίπτωση απαραίτητα.

#### 4. Συζήτηση

Η περιοχή έρευνας της παρούσας Μεταπτυχιακής Διατριβής τοποθετείται στο νοτιοδυτικό τμήμα του νομού Καρδίτσας, κοντά στα σύνορα με το νομό Ευρυτανίας και συγκεκριμένα δυτικά της λίμνης Ν. Πλαστήρα. Αποτελεί τμήμα του δημόσιου δασικού συμπλέγματος των Αγράφων και περιλαμβάνει τρία δασικά τμήματα (12, 14, 15) και έξι συνολικά συστάδες (12, 14 α, β, γ και 15 α, β) του δάσους Μπελοκομύτη συνολικής έκτασης 474 Ηα. Η επιλογή της περιοχής έγινε με κριτήρια γεωγραφικής εγγύτητας και εξοικείωσης με την περιοχή ενώ ρόλο έπαιξε και η διαφορετικότητα μεταξύ των συστάδων, σε είδη, δομή, επικρατούσες μορφές και διαχείριση.

Η περιοχή έχει υψόμετρο από 800 έως 1780, έντονες κλίσεις, ορφνά δασικά εδάφη και μητρικό πέτρωμα ψαμμιτικό φλύσχη και ασβεστόλιθο. Το κλίμα είναι μεσογειακό με ξηροθερμική περίοδο από Μάιο έως και Αύγουστο.

Οι ζώνες βλάστησης που απαντώνται στην περιοχή έρευνας είναι:

- η παραμεσογειακή ζώνη βλάστησης της πλατυφύλλου δρυός και της καστανιάς, καθώς και
- η ζώνη των ορεινών μεσογειακών κωνοφόρων και συγκεκριμένα τον αυξητικό χώρο της υβριδογενούς ελάτης (*Abies borisii regis* ή καλύτερα *Abies hybridogenus*).

και τα οικοσυστήματα είναι:

- παραμεσογειακά οικοσυστήματα θερμοβίων φυλλοβόλων πλατυφύλλων της υποζώνης της πλατυφύλλου δρυός (*Quercus confertae*) και του αυξητικού χώρου επίσης της πλατυφύλλου δρυός (*Quercetum confertae*).



- οικοσυστήματα ορεινών μεσογειακών κωνοφόρων και ειδικότερα οικοσυστήματα υβριδογενούς ελάτης *Abies borisii regis* ή *Abies hybridogenus*).
- μεικτά οικοσυστήματα - ελάτης/δρυός, δρυός/ελάτης στα όρια επαφής, μετάβασης από τον ένα τύπο οικοσυστημάτων στον άλλο, από τη μία ζώνη βλάστησης στην άλλη
- υπαλπικά οικοσυστήματα του *Junipero-Daphnion*
- παρόχθια οικοσυστήματα (πλατάνου, ιτιάς, σκλήθρου κ.α.)
- και τέλος σε μικροθέσεις και μικρονησίδες (λόχμες, ομάδες) υπομεσογειακά οικοσυστήματα πρίνου, γαύρου και οστρυάς *Ostryo carpinion*), συχνά με μεγάλη συμμετοχή *Juniperus foetidissima*.

Από τα φύλλα περιγραφής συστάδας που συντάχθηκαν μπορεί να εντοπίσει κανείς τις ομοιότητες και διαφορές μεταξύ των συστάδων της περιοχής έρευνας. Μετά από κατάταξη σε χειμαρρικούς τύπους κατά Κωτούλα προέκυψαν οι τύποι 3353, 4255 και 4355 και ο τρόπος διευθέτησης των χειμαρρικών φαινομένων για καθέναν από αυτούς.

#### **Τύπος 3353** Διευθέτηση των χειμαρρικών φαινομένων

- Αποτροπή επιφανειακής και αυλακωειδούς διαβρώσεως: οι μη έντονα υποβαθμισμένες συστάδες δρυός και καστανιάς διατηρούνται ως έχουν με την κατάλληλη καλλιέργεια. Τα διάκενα συμπληρώνονται με κωνοφόρα είδη. Σε έντονα υποβαθμισμένες δρυοσυστάδες ή γυμνές επιφάνειες με αποπλυμένο έδαφος αναθάμνωση για την δημιουργία κανονικό υδρονομικού θαμνώνα. Σε μέτρια διαβρωμένα βαθύτερα εδάφη αναδάσωση με κωνοφόρα είδη για τη

δημιουργία υδρογεωνομικού δάσους, υποβοηθούμενο από μικρά τεχνικά έργα υποστήριξης του όπως παράλληλοι τοίχοι ή βαθμίδες και ενίοτε φράγματα. Γεωργικές καλλιέργειες επιτρέπονται μόνο σε κλίσεις εδάφους μικρότερες του 30% με το όρο της κατασκευής βαθμίδων υποστηριζόμενων από τοίχους και την αλλαγή της κατεύθυνσης των υδάτων που προέρχονται από ψηλότερες περιοχές.

- αποτροπή χαραδρωτής, φαραγγωτής και πρανικής διαβρώσεως: για τη στερέωση της κοίτης διαβάθμιση αυτής με τη βοήθεια υψηλών φραγμάτων στερέωσης σε αλληλοδιαδόχους σε συνδυασμό με παράλληλους τοίχους και προβόλους. Στερέωση των πρανών με τη βοήθεια φυτοκομικών έργων, κυρίως αναθαρνώσεων και αναχλοάσεων, υποβοηθούμενα από μικρά τεχνικά έργα όπως παράλληλοι τοίχοι και σε ανάγκη απόξεση των πρανών.

#### **Τύπος 4255** Διευθέτηση των χειμαρρικών φαινομένων

-Γενικώς τα αείφυλλα σπερμοφυή κωνοφόρα δάση από πεύκη και ελάτη διατηρούνται λόγω της μεγάλης προστατευτικής τους αξίας. Τα διάκενα συμπληρώνονται με κωνοφόρα είδη, τα οποία υπόκεινται σε κατάλληλο δασοκομικό χειρισμό για την δημιουργία κανονικού υδρογεωνομικού δάσους. Σε έντονα υποβαθμισμένες δρυοσυστάδες ή γυμνές επιφάνειες όπου το έδαφος δεν έχει διαβρωθεί πολύ φύτευση κωνοφόρων ειδών. Σε αποπλυμένο έδαφος αναθάμνωση για την δημιουργία κανονικού υδρονομικού θαμνώνα.

- αποτροπή χαραδρωτής, φαραγγωτής και πρανικής διαβρώσεως: για τη στερέωση της κοίτης διαβάθμιση αυτής με τη βοήθεια υψηλών φραγμάτων στερέωσης σε αλληλοδιαδόχους σε συνδυασμό με παράλληλους τοίχους και προβόλους. Στερέωση των πρανών με τη βοήθεια φυτοκομικών έργων, κυρίως

αναθαμνώσεων και αναχλοάσεων, υποβοηθούμενα από μικρά τεχνικά έργα όπως παράλληλοι τοίχοι κ.λπ.

**Τύπος 4355** Διευθέτηση των χειμαρρικών φαινομένων

-Αποτροπή επιφανειακής, αυλακοειδούς διαβρώσης και αποσάθρωσης: Οι μη έντονα υποβαθμισμένες συστάδες οξιάς διατηρούνται και καλλιεργούνται κατάλληλα. Τα διάκενα συμπληρώνονται με κωνοφόρα είδη.

Σε έντονα υποβαθμισμένες δρυοσυστάδες ή γυμνές επιφάνειες με αποπλυμένο έδαφος αναθάμνωση για την δημιουργία κανονικού υδρονομικού θαμνώνα, ενώ σε μέτρια διαβρωμένα βαθύτερα εδάφη αναδάσωση με κωνοφόρα είδη για τη δημιουργία υδρογεωνομικού δάσους, με τη βοήθεια και μικρών τεχνικών έργων υποστήριξής τους. Γεωργικές καλλιέργειες λόγω των μεγάλων κλίσεων, των δυσμενών κλιματικών συνθηκών και των έντονων χειμαρρικών φαινομένων πρέπει κατά κανόνα να αποκλείονται.

- αποτροπή χαραδρωτής, φαραγγωτής και πρηνικής διαβρώσεως: για τη στερέωση της κοίτης διαβάθμιση αυτής με τη βοήθεια υψηλών φραγμάτων στερέωσης σε αλληλοδιαδόχους, ενίοτε και σε αλληπάλληλες σειρές, σε συνδυασμό με παράλληλους τοίχους και προβόλους. Στερέωση των πρηνών με τη βοήθεια φυτοκομικών έργων, κυρίως αναθαμνώσεων και αναχλοάσεων, υποβοηθούμενα από μικρά τεχνικά έργα όπως παράλληλοι τοίχοι κ.λπ. και όποτε είναι αναγκαίο και απόξεση των πρηνών.

Για τις λεκάνες απορροής που οριοθετήθηκαν στην περιοχή έρευνας μέσω Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών, υπολογίστηκαν τα μορφομετρικά και υδρογραφικά τους χαρακτηριστικά. Από τα μορφομετρικά χαρακτηριστικά υπολογίστηκαν το εμβαδό λεκάνης απορροής  $E$  ( $Km^2$ ), η περίμετρος,  $U$  (km), ο

βαθμός στρογγυλομορφίας,  $B$ , το ελάχιστο υψόμετρο  $H_{\min}$  (m), το μέγιστο υψόμετρο  $H_{\max}$  (m), το μέσο υψόμετρο  $H_{\text{mean}}$  (m), το μέγιστο ανάγλυφο ή υψομετρική διαφορά  $H_r$ (m), και η μέση κλίση της λεκάνης  $J_i$  (%). Από τα υδρογραφικά χαρακτηριστικά υπολογίστηκαν η πυκνότητα του υδρογραφικού δικτύου  $D$  (km/km<sup>2</sup>), το μήκος της κεντρικής κοίτης,  $L$  (km) και η μέση κλίση της κεντρικής κοίτης  $J_k$  (%).

Από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας προέκυψαν ενδιαφέροντα στοιχεία για τα φαινόμενα της υδατοσυγκράτησης και της διαπερώσας βροχής ενώ αναλύθηκαν οι μηχανισμοί της εξάτμισης και της διαπνοής, που συνθέτουν το φαινόμενο της εξατμισοδιαπνοής ενώ έγινε αναφορά στο ρόλο του ριζικού συστήματος των δασικών εδαφών. Τα δέντρα συγκρατούν στην κόμη τους ένα ποσοστό βροχής και με τις ρίζες τους στερεώνουν το έδαφος εμποδίζοντας την ταχεία επιφανειακή ροή του νερού και αυξάνοντας το πορώδες του εδάφους. Έτσι, αναγκάζουν τα νερά της βροχής να απορρέουν αργά διαμέσου του δασικού εδάφους, εμπλουτίζοντας τα υπόγεια υδροφόρα στρώματα και τροφοδοτώντας τις πηγές. Παράλληλα όμως αποτρέπεται η διάβρωση του εδάφους και η δημιουργία πλημμύρων.

Αναφέρθηκε ο τρόπος που τα δασικά εδάφη και ιδιαίτερα ο δασικός τύπος επιδρούν στην υδατοοικονομία και στην αντιδιαβρωτική προστασία. Επίσης, έγινε αναφορά στην αμφιλεγόμενη σχέση δάσους και ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων αφού ακόμη και σήμερα είναι αρκετά διαδεδομένη η άποψη ότι το δάσος εννοεί το σχηματισμό βροχών, ενώ αν εξαιρεθεί ένα ποσοστό της τάξης του 3%, το δάσος είναι το αποτέλεσμα και όχι το αίτιο της βροχής.

Διακρίθηκαν οι οριζόντια και κατακόρυφη διάρθρωση του δάσους, η σύνθεση των συστάδων, οι μορφές και οι αναλογίες μίξης, με τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά τους. Περιγράφηκαν οι υλοτομίες ανάλογα με το σκοπό τους και τον τρόπο εφαρμογής τους καθώς και η επίδρασή τους στην παραγωγή νερού και την προστασία του εδάφους, τα αποτελέσματα των διάφορων δασοκομικών χειρισμών και η επίδραση του βαθμού αραίωσης στην υγρασία του εδάφους, ενώ παρουσιάστηκαν στοιχεία από την ελληνική και διεθνή βιβλιογραφία που δείχνουν την επιφανειακή απορροή και διάβρωση σε σχέση με τη χρήση του εδάφους, όπου γίνεται σαφής η υπεροχή του δάσους σε σχέση με άλλες καλλιέργειες.

Επίσης αναφέρθηκαν αναλυτικά η πρόσληψη και κατανάλωση νερού από τα δασικά δέντρα και για κάθε ένα από τα κυρίαρχα είδη της περιοχής έρευνας περιγράφηκαν στοιχεία σε σχέση με τα χαρακτηριστικά του φυλλώματος και του ριζικού τους συστήματος, ώστε να υπάρχει η δυνατότητα αναγωγής των βιβλιογραφικών δεδομένων στα πραγματικά στοιχεία της περιοχής έρευνας. Τα κυρίαρχα είδη είναι η πλατύφυλλη δρυς, η καστανιά, η μαύρη πεύκη και η ελάτη και με βάση τη φυσιολογία των φύλλων τους η ελάτη είναι η μόνη που μειώνει την υδατοσυγκράτηση και την κομοαπορροή ενώ τα τρία άλλα είδη την αυξάνουν.

Για τον υπολογισμό του υδατικού ισοζυγίου δόθηκε ιδιαίτερη έμφαση στον προσδιορισμό της υδατοσυγκράτησης, αφού η κομοστέγη του δάσους, ανάλογα με το δασοπονικό είδος, την πυκνότητα του δάσους, την εποχή του έτους, την ένταση και την διάρκεια της βροχής, συγκρατεί ένα μέρος του νερού της βροχής το οποίο δεν φτάνει ποτέ στο έδαφος, αλλά εξατμίζεται και επιστρέφει στην

ατμόσφαιρα. Το ποσοστό της υδατοσυγκράτησης μπορεί να είναι ιδιαίτερα σημαντικό και ανέρχεται στα μεν φυλλοβόλα είδη σε 10-20%, στα δε αείφυλλα κωνοφόρα σε 30-40%.

Ο προσδιορισμός της υδατοσυγκράτησης έγινε κατά Παυλίδη, αφού πρώτα τα βροχομετρικά δεδομένα από τον μετεωρολογικό σταθμό ανάχθηκαν με βάση το μέσο υψόμετρο της κάθε λεκάνης απορροής.

Υπολογίστηκε η μηνιαία εξατμισοδιαπνοή σύμφωνα με τη μέθοδο Turc και στη συνέχεια η διαπερώσα βροχή.

Ο υπολογισμός της διήθησης έγινε με τη χρήση του δείκτη CN (Curve Number) της κάθε λεκάνης και υπολογίζοντας την μέγιστη ποσότητα που μπορεί να αποθηκευτεί μέσα στην ακόρεστη ζώνη του εδάφους κατά Thornthwaite και Mather, προέκυψε το ποσό του νερού που διηθείται κάθε μήνα, καταλήγοντας έτσι στον προσδιορισμό του υδατικού ισοζυγίου της περιοχής έρευνας.

Για την περιοχή έρευνας προέκυψε ότι απέρρευσαν 3.716.91 mm βροχής το έτος για το μέσο όρο των ετών 1995-2005 και διηθήθηκαν 1.629,44 mm βροχής. Το ποσοστό της απορροής κρίνεται μεγάλο και οφείλεται στο αδιαπέρατο του βασικού μητρικού πετρώματος. Τα δάση της περιοχής άλλωστε δεν βρίσκονται στην ιδανική κατάσταση, ιδιαίτερα σε τα πρεμνοφυή δασοτεμάχια είναι αρκετά υποβαθμισμένα. Η άμεση αναγωγή των δασών θα έχει ουσιαστική υδρονομική επίδραση και θα συνεισφέρει πραγματικά στην προστασία των εδαφών.

Σε ότι αφορά την ελάτη, η σπερμοφυή της μορφή βελτιώνει την γενική εικόνα αλλά τα δάση της παρουσιάζονται ακανόνιστα και είναι αναγκαίο να οδηγηθεί

σε υποκηπευτή μορφή άμεσα και στη συνέχεια σε κηπευτή, αφού μόνο έτσι θα διασφαλίσει τον υδρονομικό της ρόλο.

Τελικά η βλάστηση και στην προκειμένη περίπτωση το δάσος, είναι ο μοναδικός από τους τέσσερις χειμαρρικούς παράγοντες που μπορεί να επηρεάσει ο άνθρωπος, προκειμένου να διαχειριστεί τα νερά της βροχής εμπλουτίζοντας τον υδροφόρο ορίζοντα και αποτρέποντας φαινόμενα διάβρωσης.

Οι διαδικασίες που λαμβάνουν χώρα στο δάσος, οι μηχανισμοί που διαθέτουν τα φυτά και η διασωλήνωση του δασικού εδάφους από το ριζικό σύστημα των δέντρων αξίζει να μελετηθεί σε βάθος. Οι δασοκομικοί χειρισμοί μπορούν να αποτελέσουν βασικό εργαλείο στα χέρια του δασοπονούντος ανθρώπου προκειμένου να διαχειριστεί τα νερά αειφορικά, επενδύοντας έτσι στο μέλλον του.

### **Οι προστατευτικές ιδιότητες των δασών**

Η προστατευτική επίδραση του δάσους εξαρτάται κυρίως από το δασοπονικό είδος και την δασοπονική το μορφή.

Η προστατευτική σημασία των αειφύλλων δασών είναι μεγαλύτερη από εκείνη με φυλλοβόλα είδη. Αυτός συμβαίνει επειδή τα αείφυλλα συγκρατούν κατά τη διάρκεια όλου του έτους όμβρια νερά στην κομοστέγη τους και έτσι εμποδίζουν συνεχώς τις βροχές να φτάσουν αμέσως στο έδαφος και να προκαλέσουν διαβρώσεις. Στις παραμεσόγειες χώρες, όπως η χώρα μας, όπου οι βροχοπτώσεις παρουσιάζονται κυρίως κατά το φθινόπωρο, τον χειμώνα και την άνοιξη, ενώ κατά τους καλοκαιρινούς μήνες επικρατεί συνήθως ανομβρία, τα αείφυλλα ασκούν πολύ καλή προστατευτική επίδραση. Αντίθετα, στη

Μεσευρώπη, όπου ο κύριος όγκος της βροχής είναι το καλοκαίρι, τα φυλλοβόλα είδη προσφέρουν αρκετά καλή προστατευτική επίδραση.

Τα πρεμνοφυή δάση, όπως της καστανιάς και της δρυός ασκούν μικρή προστατευτική επίδραση. Οι λόγοι είναι οι εξής:

- έχουν μέτριο υπέργειο όγκο και για αυτό συγκρατούν μικρή ποσότητα νερού, πράγμα που επιτείνεται κυρίως όταν συγκροτούνται από φυλλοβόλα είδη.
- Το έδαφός τους αποκαλύπτεται κατά βραχείς περίτροπους χρόνους, για αυτό και δεν μπορεί να αποκτήσει σημαντικό πορώδη όγκο και μεγάλη διαπερατότητα
- Η διασωλήνωση του εδάφους που προκαλούν, περιορίζεται στα επιφανειακά εδαφικά στρώματα.

Τα σπερμοφυή ομήλικα δάση ασκούν μεγαλύτερη προστατευτική επίδραση σε σύγκριση με τα αντίστοιχα πρεμνοφυή, επειδή είναι πιο ογκώδη και δεν αφήνουν ποτέ το επικείμενο έδαφος ακάλυπτο. Και αυτά όμως παρέχουν περιορισμένη σχετικά προστατευτική επίδραση, επειδή δεν μπορούν να εξαφανίσουν την κρουστική δύναμη των ομβροσταγόνων που πέφτουν από την κομοστέγη τους, η οποία βρίσκεται σε σημαντικό ύψος.

Τα σπερμοφυή κηπευτά δάση και ιδίως τα ατομοδεντροπαγή ασκούν την μέγιστη δυνατή προστατευτική επίδραση. Αυτό συμβαίνει, επειδή το πάχος της κομοστέγης τους είναι μεγαλύτερο από εκείνο όλων των άλλων μορφών δάσους. Η μάζα των δέντρων καταλαμβάνει όλο το χώρο από το έδαφος, όπου βρίσκονται τα νεόφυτα, μέχρι την κορυφή των υψηλότερων δέντρων. Το ποσό του νερού που συγκρατείται από την κομοστέγη τους είναι μεγαλύτερο από το



αντίστοιχο κάθε άλλης μορφής. Οι σταγόνες της βροχής δεν μπορούν να φτάσουν ποτέ κατευθείαν στο έδαφος, ιδίως εάν το δάσος υφίσταται την κατάλληλη κήπευση, η δε συμπίεση του εδάφους από τη πτώση είναι περιορισμένη διότι πέφτουν από μικρό ύψος και με μικρή ταχύτητα. Το κηπευτό δάσος εξασφαλίζει επίσης την ύπαρξη επαρκούς φυλλάδας η οποία με την ελαστικότητα της εξουδετερώνει την κρούση των σταγόνων. Έτσι το επιφανειακό έδαφος των κανονικών, ατομοδεντροπαγών, κηπευτών δασών είναι πορωδέστερο σε σύγκριση με εκείνο των άλλων δασοπονικών μορφών.

Ο προστατευτικός ρόλος των δασοπονικών ειδών καθορίζεται, εκτός των άλλων και από τις βοτανικές και δασοκομικές ιδιότητές τους. Γενικά πλεονεκτούν:

- τα αείφυλλα σε σχέση με τα φυλλοβόλα είδη, ιδίως στις παραμεσογειακές χώρες , επειδή οι βροχές πέφτουν σε αυτές όλες τις εποχές πλην του καλοκαιριού.
- τα σκιάφυτα σε σχέση με τα φωτόφυτα είδη, διότι τα τελευταία σχηματίζουν αραιή κόμη, επομένως και κομοστέγη με πολλά διάκενα και δεν συντηρούν το έδαφος μόνιμα.
- τα βαθύριζα σε σχέση με τα επιπολαιόριζα είδη, διότι διασωληνώνουν το έδαφος πυκνότερα και σε μεγάλο βάθος, ιδίως όταν αναμειγνύονται και με είδη επιπολαιόριζα
- τα βελονόφυλλα (κωνοφόρα) σε σχέση με πλατύφυλλα είδη, διότι συγκρατούν στην κόμη τους περισσότερο νερό.

Η φυλλάδα των πλατυφύλλων δασών γίνεται συμπαγής, πράγμα που δεν διευκολύνει τη κίνηση του νερού στο εσωτερικό της , όπως συμβαίνει με τη φυλλάδα των κωνοφόρων. Τα δε βελονόφυλλα δάση διατρέχουν κινδύνους από

πυρκαγιές. Γι' αυτό, πλεονεκτικότερα είναι τα μικτά δάση, με αναλογία 0,2-0,3 φυλλοβόλων στη μίξη, επειδή βελτιώνουν το έδαφος και είναι πιο δύσπλεκτα.

Τα δασοκομικά μέτρα και οι επιδιωκόμενες δομές συστάδων με βάση την παραγωγή νερού ή την προστασία του εδάφους στα διάφορα ηλικιακά στάδια των συστάδων συνοψίζονται στον παρακάτω πίνακα :

Πίνακας 64: Δασοκομικά μέτρα και οι επιδιωκόμενες δομές συστάδων με βάση την παραγωγή νερού ή την προστασία του εδάφους (απόσπασμα από Βέργος, 2000)

Κύριος Δασοπονικός σκοπός	Καλλιέργεια νεοφυτειών, πυκνοφυτειών	Αραιώσεις, υπεραραιώσεις	Αναγεννητικές υλοτομίες	Κατάλληλες δομές συστάδων	Κατάλληλα Δασοπονικά είδη
Προστατευτικοί σκοποί	Δημιουργία ισχυρών δεντρυλλίων	Μέτριες αλλά υψηλές αραιώσεις με κηπεύσεις	Σε μεγάλους χρόνους. Αποφυγή αποψιλωτικών υλοτομιών.	Ανομήλικες και κατά το δυνατό κηπευτές	Σκιοφύτα Κωνοφόρα Βαθύρριζα
Παραγωγή νερού	Εξασφάλιση ομοιόμορφων συνθηκών	Μέτριες μέχρι ισχυρές αραιώσεις	Σε μεγάλες επιφάνειες	Μονόροφες χωρίς υπόροφο	Πλατύφυλλα

### **Το υδρογεωνομικό ή υδρονομικό δάσος**

Κάθε είδος δασικής βλάστησης παρέχει ορισμένη υδρογεωνομική επίδραση.

Την μεγαλύτερη όμως υδρογεωνομική επίδραση ασκεί το δάσος.

Ως υδρογεωνομικό ή υδρονομικό χαρακτηρίζεται κάθε δάσος, το οποίο προσφέρει επαρκή προστατευτική και υδρολογική επίδραση στις ορεινές λεκάνες απορροής των χειμαρρικών ρευμάτων, διότι πληροί στο σύνολο ή κατά μεγάλο μέρος τις προαναφερθείσες προϋποθέσεις σε ότι αφορά τα δασοπονικά είδη και τη δασοπονική του μορφή.

Το κανονικό όμως υδρονομικό δάσος είναι αυτό που ασκεί την μέγιστη υδρονομική προστασία και έχει την καταλληλότερη σύνθεση, μείξη και δομή για τα δεδομένα της λεκάνης απορροής του. Μπορεί να είναι διαφορετικό σε κάθε λεκάνη και όμως κάθε φορά το καταλληλότερο, μια αρχή της φύσης που μας διδάσκει να διαχειριζόμαστε τη φύση κάθε φορά με βάση και δεδομένα της περιοχής και αποφεύγοντας τις γενικές συνταγές. Άλλωστε κάθε κομμάτι δάσους είναι μοναδικό και ανεπανάληπτο και ως τέτοιο πρέπει να το αντιμετωπίζουμε.

## 5. Βιβλιογραφία

**Αθανασιάδης, Ν. 1986:** Δασική Φυτοκοινωνιολογία, Εκδόσεις Γιαχούδη–Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη

**Αλιφραγκής, Δ. Α., 1984:** Δυναμική των θρεπτικών στοιχείων και παραγωγή οργανικής ουσίας σε οικοσύστημα δρυός (*Quercus conferta* Kit). Διδακτορική διατριβή, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. Θεσσαλονίκη σελ 162.

**Almeida, A. P., H. Riekerk and A. P. De-Almeida, 1990:** Water balance of *Eucalyptus globules* and *Quercus suber* forest stands in south Portugal. *Forest Ecology and Management*. 38:1-2, 55-64

**Anderson, H.W., Hoover, M.G., Reinhart, K.G., 1976:** Forest and water: effects of forest management on floods, sedimentation and water supply, USDA Forest Service General Technical Report PSW-18

**Αραμπατζής, Θ., 1998:** Θάμνοι και δέντρα στην Ελλάδα, Τόμος Ι, Οικολογική κίνηση Δράμας και ΤΕΙ Καβάλας, Δράμα

**Armson, K.A., 1977:** Forest Soils: Properties and processes. University of Toronto Press. Toronto and Buffalo.

**Attiwill, P. M. and G.W. Leeper., 1987:** Cycles of nutrients in forests. In "Forest soils and nutrient cycles". Pp 18-183. Melbourne University Press.

**Βέργος, Σ. 2000:** Σημειώσεις μαθημάτων Δασικής Οικολογίας, ΤΕΙ Λάρισας, Καρδίτσα

**Βέργος, Σ. 2000:** Σημειώσεις μαθημάτων Εφαρμοσμένης Δασοκομίας, ΤΕΙ Λάρισας, Καρδίτσα

**Bosch, J.M., Hewlett, J.D., 1982:** A review of catchment experiments to determine the effect of vegetation changes on water yield and evapotranspiration. *J. Hydrol.* 55, 3-23

**Botmam, T. S., 1974:** Penetration of precipitation below the canopy of Juniper forest. *Lesnoe khozyaistvo.* 7:44-47.

**Βουζαράς, Α. 1978:** Διαχείριση των λεκανών απορροής και η παραγωγή νερού, Περιοδικό «Ανακοινώσεις ΙΔΕΑ» τόμος VII, τεύχος 2

**Βουζαράς, Α. 1980:** Επίδραση της ραγδαιότητας στην παροχή αιχμής και στην επιφανειακή απορροή σε μικρές δασωμένες λεκάνες απορροής , Πρακτικά II Πανελληνίου συνεδρίου Υδρολογίας, Τόμος I

**Βουζαράς Α. και Καραμήτρος, Ε. 1981:** Μεταβολή υδρολογικών χαρακτηριστικών μετά από πυρκαγιά, στην περιοχή λεκανών απορροής αιφύλλων πλατυφύλλων Όσσας. *Δασική Έρευνα*, Τόμος II (2):135-171

**Brooks, K.N., Folliott, P.F., Gregerson, H.M., Deban, L.F., 1997:** Hydrology and the management of watersheds, 2<sup>nd</sup> edition. Iowa State University Press, p. 502

**Cape, J. N., A. H. F. Brown, S.M.C. Robertson, G. Howson and I. S. Paterson., 1991:** Interspecies comparisons of throughfall and stemflow at three sites in northern Britain. *Forest Ecology and Management.* 46, 3-4, 65-177

**Cheng, J.D. , Lin, L.L., Lu, H.S., 2002:** Influences of forests on water flows from headwater watersheds in Taiwan, *Forest Ecology and Management* 165 11-28 ([www.elsevier.com](http://www.elsevier.com))

**Claude Cosandey , Vazken Andréassian , Claude Martin , J.F. Didon-Lescot, Jacques Lavabre , Nathalie Folton , Nicolle Mathys and Didier**

**Richard, 2003:** The hydrological impact of the mediterranean forest: a review of French research, Γαλλία

**Coppin, N. J. and Richards, 1990:** Use of vegetation in Civil Engineering  
C.I.R.J.A. Burrelworths, London

**Διαχειριστική μελέτη Δημόσιου Δασικού Συμλέγματος Αγράφων, 1998-2007,** Καρδίτσα

**Dickerson, B. P. 1976:** Soil compaction after tree-length skidding in northern Mississippi. Soil Sci.Soc. Amer. J. 40:965-6

**Douglass, J. E., and Swank W.T. 1972:** Steamflow modification throught management of easternforest. USDA. Forest Serv. Res. Paper SE-94. Southeastern Forest Expt. Stn. Asheville.

**Ειδική Περιβαλλοντική Μελέτη Περιοχής Λίμνης Ν. Πλαστήρα Ν. Καρδίτσας, ΕΠΕΜ Ε.Π.Ε. και ειδικοί επιστήμονες, 1998, Αθήνα**

**Ετήσια έκθεση Life (1<sup>η</sup>) 1993-1994 , Περιοχής Λίμνης Ν. Πλαστήρα Ν. Καρδίτσας, 1994, Καρδίτσα**

**Ετήσια έκθεση Life (2<sup>η</sup>) 1994-1995 , Περιοχής Λίμνης Ν. Πλαστήρα Ν. Καρδίτσας, 1995, Καρδίτσα**

**Ettala, M. 1988:** Evapotranspiration from a salix aquatica plantation at a sanitary landfill. Aqua-Fennica. 18:1, 3-14.

**Floillot, P. E. and Thorud D. B. 1974:** Vegetation management for increased water control in Arizona. Ariz. Agric. Expt. Stn. Tech. Bull. 215.

**Fournier, F. 1960:** Climat et erosion. Univ. Press. Paris

**Forgeard, F., J.C. Gloaguen and J. Touffet., 1980:** Interception de precipitations et apport au sol d' elements mineraux par les eaux de pluie et les

pluiolessivats dans une hertaie atlantique et dans quelques pleuplements resineux en Bretagne. Annales des Sciences Forestiers. 37:1, 53-71.

**Freedman, B. and U. Prager., 1986:** Ambient bulk deposition, throughfall, and stemflow in a variety of forest stands in Nova Scotia. Can. J. For. Res.16: 854-860.

**George, M., 1978:** Interception, stemflow, and throughfall in a Eucalyptus hydric plantation. Indian Forest. 104: 11, 719-726.

**Golding, D. L. and Stanton, C. R. 1972:** Water storage in the forest floor of subalpine forests of Alberta. Can. J. For. Res. 2:1-6

**Hewlett, J. D. and Hibbert, A. R. 1961:** Increases in wateryield after several types of forest cuttings. Int. Assoc .Sci. Hydrol. 6:5-17

**Hibbert, A. R. 1967:** Forest treatment effects on water yield p. 527-43. In. W. E. Sopper and H. W. Luff (ed) Int. Symp. For. Hydrology. Pergamon Press, New York.

**Helvey, J. D. and J. H. Patric, 1965:** Design criteria for interception studies. Paper presented at LASH and WHO Symposium on Design of Hydrometeorological Networks, Laval Univ., Quebec City, Canada, 11 p.

**Huber, A. W. and C. E. Oyarzum., 1990:** Annual variations in perecipation, stemflow and interception in a mature Pinus radiata stand. Turrialba. 40:4, 503-508.

**Jonson, R. C., 1990:** The interception throughfall and stemflow in a forest in Highland Scotland and the comparison with other upland forest in Highland Scotland and the comparison with other upland forest in the U. K. Journal of Hydrology Amsterdam. 118:1-4, 281-287.

- Κατσαρός, Λ., 1997:** Δασική Βοτανική II, Διδακτικές σημειώσεις Τμήμα Δασοπονίας, ΤΕΙ Λάρισας Καρδίτσα
- Κατσαρός, Λ., 2003:** Δασική Βοτανική III, Διδακτικές σημειώσεις, Τμήμα Δασοπονίας, ΤΕΙ Λάρισας Καρδίτσα
- Kim, K. H. and B. M. Woo., 1988:** Study on rainfall interception loss from canopy in forest. *Journal of Korean Forestry Society*. 77:3, 331-337.
- Κωτούλας, Δ., 1965:** Αι φυτεΐαι τραχείας πεύκης εις τας λεκάνας απορροής χειμάρρων εν Ελλάδι, Διατριβή επί Διδακτορία, Θεσσαλονίκη
- Κωτούλας, Δ., 1969:** Οι χείμαρροι της βορείου Ελλάδος, Ταξινόμησις αυτών εις τύπους – αρχαί διευθέτησις των. Διατριβή επί υφηγεσία. Ανάτυπον εκ του Παραρτήματος της Επιστημονικής επετηρίδας της Γεωπονικής και Δασολογικής Σχολής. Α.Π.Θ. Θεσσαλονίκη σελ 56-89.
- Κωτούλας, Δ., 1995:** Μαθήματα Δασικής Υδρολογίας, Υπηρεσία Δημοσιευμάτων ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη
- Κωτούλας Δ., 1997:** Διευθετήσεις χειμαρρικών ρευμάτων. Μέρος II, Θεσσαλονίκη
- Κωτούλας, Δ., 2001α:** Ορεινή υδρονομική, Υπηρεσία Δημοσιευμάτων ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη, Τόμος I, Τα ρέοντα ύδατα, κεφ 10
- Lambert. J. L., Gardner, W. R., and Boyle, T.R. 1971.** Hydrologic response of a young pine plantation to weed removal. *Water Resource* 7:1013-19.
- Lee, R., 1980:** *Forest Hydrology*. Columbia University Press, New York.
- Leyton, L., E. R. C. Reynolds, and F. B. Thompson., 1968:** Interception of Rainfall by Trees and Moorland Vegetation. In R. M. Wadsworth (ed). "The



Measurments of Enviromental Factors in Terrestrial Ecology”. Blackwell scientific publications. Oxford and Endinburgh.

**Lull, H. W., and Reinhart, K. G. 1967:** Increasing water yield in the northeast by management of forest watersheds. USDA. Forest Serv. Res. Paper NE-66. Northeast Forest Epxt. Stn., Upper darby

**Mahendrappa, M. K. and E. D. Ogden., 1973:** Effects of fertilization of a Black Spruce stand on nitrogen contents of stemflow, throughfall, and litterfall. Can. J. Of For. Res. 3:1, 54-60.

**Μαυρομάτης, Γ. Ν., 1980:** Το βιοκλίμα της Ελλάδος. Σχέσεις κλίματος και φυσικής βλάστησης. Βιοκλιματικοί χάρτες. Δασική έρευνα 1 (Παράρτημα) σελ. 63. Ίδρυμα δασικών Ερευνών Αθηνών, Υπουργείο Γεωργίας, Γενική Διεύθυνση δασών και δασικού περιβάλλοντος, Αθήνα

Megahan, W. F. 1972: Logging, erosion, sedimentation- are they dirty words? J. for. 70: 403-7.

**Miller, H. G., 1984:** Dynamics of nutrient cycling in plantation ecocystems. In “Nutrition of prantation forest”. Boven, G. D. and E. K. S. Nambiar, eds. Pp. 53-78. Academic Press. London.

**Mitscherlich, 1981:** Wald Wachstum und Uniwelt, Τόμος II

**Μουλόπουλος Χρ., 1929:** Οι χείμαρροι της παλαιάς Ελλάδος, Θεσσαλονίκη

**Μπαλούτσος, Γ. , Μιχόπουλος Π., Μπουρλέτσικας, Α., Καούκης, Α. 2005:** Διερεύνηση των σχέσεων δάσους και νερού με βάση το υδρολογικό ισοζύγιο μιας δασωμένης λεκάνης απορροής. Πρακτικά 12<sup>ο</sup> Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου, Δράμα

**Μπαλούτσος, Γ., 1996:** Υδρολογική απόκριση μιας δασωμένης λεκάνης απορροής της Ανατολικής Όσσας σε επεισόδια βροχής μεγάλου ύψους, Πρακτικά Διεθνούς Συνεδρίου “Διαχείριση Υδατικών Πόρων” ,ΤΕΕ , Λάρισα

**Mugnossa, G. S., R. Valentini, P. Giordano, Carascia and G. Mugnossa., 1988:** Water cycle in a Turkey oak (*Quercus cerris*) coppice stand. *Annali Academia Italiana di Scienze Ferestali.* 37, 3-21.

**Nizinski, J. and B. Saugier., 1989:** Soil water balance in a oak (*Quercus petraea*) stand in Fontainbleau forest, Franc, *Annales des sciences Forestrieres.* 46:2, 173-186.

**Νικολαΐδης, Μ., 1980:** Διακράτηση κομοστέγης δάσους, Υδατοκατανάλωση δασοσυστάδων και ποώδους βλάστησης στον ελληνικό χώρο. Έκδοση Υπουργείο συντονισμού, 1980

**Νικολαΐδης, Μ. και Ι. Παπούλιας., 1981:** Υδατοσυγκράτηση κόμης σε τραχεία πεύκη και πρίνο. *Δασική Έρευνα.* II (3) σελ. 395-405

**Ντάφης, Σ., 1970:** Η καλλιέργεια του δάσους, Μετάφραση-Διασκευή του *Die waldrpflege* του Hans Leibndgut, Υπηρεσία Δημοσιευμάτων ΑΠΘ Θεσσαλονίκη

**Ντάφης, Σ., 1976:** Ταξινόμηση της δασικής βλαστήσεως της Ελλάδος, Αυτοτελής έκδοση της Υπηρεσίας Δασικών Εφαρμογών και Εκπαιδεύσεως , Αθήναι, Ανάτυπον εκ της Επιστημονικής Επετηρίδος της Γεωπονικής και Δασολογικής Σχολής του ΑΠΘ

**Ντάφης, Σ., 1986:** Δασική Οικολογία, Εκδόσεις Γιαχούδη – Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη, σελ 443

**Ντάφης, Σ., 1999:** Εφηρμοσμένη Δασοκομία, Εκδόσεις Γιαχούδη – Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη, σελ 258

Παπαζαφειρίου, Ζ.Γ., 1999: Οι ανάγκες σε νερό των καλλιεργειών, Εκδόσεις Ζήτη, 347 σελ.

**Παπαμιχαήλ, Δ., 2004:** Τεχνική υδρολογία επιφανειακών υδάτων, Εκδόσεις Γιαχούδη, Θεσσαλονίκη, σελ 391

**Παπαμίχος, Ν., 1985:** Δασικά εδάφη, Υπηρεσία Εκδόσεων ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη

**Παπούλιας, Ι., 1974:** Συμβολή εις την εκτίμησιν και αξιολόγησιν των υδάτινων πόρων της Ορεινής Ελλάδος. Ελληνική Γεωλογική Εταιρεία, Τόμος ΧΙ, Τεύχος Ι, σελ. 103-126, Αθήναι

**Παπούλιας, Ι., 1975:** Η υδατοσυγκράτησις δάσους τραχείας πεύκης και η υδρολογική σημασία αυτής. Υπουργείο Γεωργίας, Γενική διεύθυνση δασών, Θεσσαλονίκη

**Παπούλιας, Ι., 1976.** Η δασουδρολογική επίδραση της Τραχείας πεύκης επί της βροχής. Διατριβή επί υφηγεσία. Δασολογική σχολή Α. Π. Θ.

**Παπούλιας, Ι. και Μ. Νικολαΐδης. 1979.** Η υδατοσυγκράτηση και υδατοκατανάλωση στην πλατύφυλλο δρυ. Δάσος 86, Σελ. 26-40.

**Pase-Dumroese, D., A. Harvey, M. Jurgensen and R. Grajam., 1991:** Organic matter function in the Western-Montane forest soil system. In "Proceedings-Management and productivity of Western- Montane Forest soils". Pp. 95-100. U.S.D.A. Forest Service. Intermountain Res. Stn.

**Παυλίδης, Θ., Στεφανίδης, Π. και Κωτούλας Κ., 1992:** Το υδατικό δυναμικό και το πρόβλημα της λειψυδρίας στις ημιορεινές και ορεινές περιοχές της Θεσσαλονίκης και του Κιλκίς, Πρακτικά Συμποσίου Λειψυδρία και πλημμύρες, ΓΕΩΤΕΕ, Θεσσαλονίκη, σελ. 146-158

**Παυλίδης, Θ. 2005:** Δασική υδρολογία-Υδάτινοι πόροι, Πανεπιστημιακές σημειώσεις, Τμήμα εκδόσεων ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη

**Penman, H. I. 1969:** Vegetation and Hydrology. Techn. Comm. No 53. Commonwealth. Agric. Bureau, Farnham Royal, Bucks, England, p.124

**Περλέρος Β., Παπαμαστοράκης Δ., Κριτσιωτάκης Μ., Δρακοπούλου Ε. και Παναγόπουλος Α. 2004:** Υπόγειο υδατικό δυναμικό Κρήτης. Προβλήματα και προοπτικές, Δελτίο της Ελληνικής Γεωλογικής εταιρίας τομ. XXXVI, Πρακτικά 10<sup>ου</sup> Διεθνούς Συνεδρίου, Θεσσαλονίκη

**Potailier, J. Y., Nizinski and B. Saurier., 1988:** Water budget and evapotranspiration in deciduoud forests. Studies on water transport in the soil plant atmosphere system (edited by R. Calvet). 329-355. Paris, France, Institut National De la Recherche Agronomique (INRA).

**Potter, G. S., 1991:** Nutrient leaching from Acer rubrum leaves by experimental acid rainfall. Can. J. of For. Res. 21(2): 222-229.

**Proe, M. F., 1986:** Predicting the Effects of Whole-tree Harvesting on Longterm Site Productivity for stands of Corsican Pine. In Agren, G.I. (ed). "Predicting consequences of intensive forest Harvesting on long-term productivity". Swed. Univ. Agric. Sci. Dept. Ecology and Environmental Reearch. Report nr 26 pp. 117-129.

**Remezov, N. P., and Pogrebyank, p. S. 1965:** Forest Soil Science. Translated fro Russian, Israel Program For Scient. Tranlation, Jerusalem, 1969

**Reynolds, E. R. C. and C. S. Henderson., 1967:** Rainfall interception by beech, Larch and Norway spruce. Forestry 40(2) 165-184.

**Rothacher, J. 1970:** Increases in water yield following clear-cut logging in the Pacific Northwest. *Water Resources Res.* 6:653-8.

**Rowe, P. B. 1955:** Effects of the forest floor on disposition of rainfall in pine stands. *J. For.* 53:342-8.

**Rutter, A. J. 1968:** Water consumption by forests. In T.T. Kozlowski (ed) "Water Deficits and Plant Growth". Academic Press, Inc., New York.

**Santa-Regina, L., J.F. Gallardo, C. San-Miguel and A. Moyano., 1989:** Interception, throughfall and stemflow in a *Pinus sylvestris* plantation in the Canelario basin (west-central Spain). *Bosque.* 10: 1-2, 19-27.

**Singh, R. P., K. C. Sharma, H. N. Mathur, M. K. Gupta and A. K. Gupta., 1983:** Interception studies in *Cedrus deodara* London plantation in Himachal Pradesh *Indian Forest.* 109: 5, 261-266.

**Singh, R. P., and M. K. Gupta., 1987:** Rainfall interception by *Pinus walliciana* plantation in temperate region of Himachal Pradesh, India, *Indian Forest* 113:8. 559-566. Second author added as corrigendum.

**Σαπουντζής, Μ. 2003:** Παραδόσεις Δασικής Υδρολογίας, Τμήμα Δασοπονίας, Τ.Ε.Ι. Λάρισας, Καρδίτσα

**Σαπουντζής Μ. και Δ. Στάθης, 2002:** Η επίδραση του βαθμού δασοκάλυψης υδρολογικών λεκανών στην πλημμυρική απορροή και στερεομεταφορά. Πρακτικά 9<sup>ου</sup> Συνεδρίου Ε.Υ.Ε. σελ. 27-34.

**Σαπουντζής Μ., Παπαθανασίου Θ. και Δ. Μυρωνίδης, 2006:** Προσδιορισμός της διάβρωσης της λεκάνης απορροής του ρεύματος "Γεραμπίνη" Ζαγοράς. Πρακτικά 10<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου Ε.Υ.Ε., σελ. 135-142.

**Στεφανίδης, Π., 1991:** Φυσικό περιβάλλον, δασικές πυρκαγιές, υδρολογικές συνέπειες., Ανακοίνωση Αριθ. 21 του Εργαστηρίου Διευθέτησης Ορεινών Υδάτων του Α.Π.Θ. Θεσσαλονίκη

**Στεφανίδης, Π., 2005:** Η επίδραση της δασικής βλάστησης και των ορεινών υδρονομικών έργων στην απορροή, στη διάβρωση του εδάφους και στις πλημμύρες, Πρακτικά 12<sup>ο</sup> Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου, Δράμα, σελ.19-26.

**Swank, W. T., and Douglas, J. E. 1974:** Streamflow greatly reduced by converting deciduous hardwood stands to pine. Science 85:875-9.

**Switzer, G. L., L. E. Nelson and M. G. Shelton., 1988:** Influence of canopy loblolly pine plantations on the disposition and chemistry of precipitation. Technical Bulletin Mississippi Agricultural And Forestry Experiment Station. No 154, 30pp.

**Τάντος Β. Α., 1997:** Ανακύκλωση θρεπτικών στοιχείων σε οικοσύστημα υβριδιγενούς ελάτης ( *Abies borisii* Regis, Matf.) Διδακτορική διατριβή. Α.Π.Θ. Θεσσαλονίκη.

**Τζάνου, Ε., Βέργος, Γ., Hetsch W., Βέργος Σ., 2005:** Υδρολογία της Βόρειας Πίνδου. Έμφαση σε προβλήματα διάβρωσης από τη διαχείριση της γης. Πρακτικά 12<sup>ο</sup> Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου, Δράμα

**Τζιουμάκης, Γ., 1973:** Μέθοδος υπολογισμού της υδρολογικής καταστάσεως των δασών, Περιοδικό «Το δάσος» No 61-62

**Thorntwaite C. W. and Mather J. R., 1995:** The water balance. Publication in Climatology, Laboratory of Climatology, Dresel Institute of Technology 8 (8), pp. 1-104

**Τσακίρης, Γ., 1995:** Υδατικοί πόροι: Ι. Τεχνική υδρολογία, Εκδόσεις συμμετρία, Αθήνα

**Τσιόντης, Α. Ι., 1991:** Παραγωγή και κατανομή της οργανικής ουσίας και δυναμική των θρεπτικών στοιχείων σε οικοσυστήματα μαύρης Πεύκης (*Pinus nigra*). Διδακτορική διατριβή. Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. Θεσσαλονίκη.

**Τσιούμης, Γ.Θ., 1972:** Συστηματική Δασική Βοτανική (Δέντρα και θάμνοι της Ελλάδος), Πανεπιστημιακά μαθήματα του Καθηγητού Γ.Θ. Τσιούμη, Ελληνικό Ίδρυμα Εξυπηρέτησης Πανεπιστημίων, Θεσσαλονίκη

**Υπουργείο Γεωργίας, 2003:** Δάση και νερό, αυτοτελής έκδοση, Αθήνα

**Verry, E. S. and D. R. Timmons., 1977:** Precipitation nutrients in the open and under two forests in Minnesota. *Can. J. For. Res.* 7:112-119.

**Wilde, S. A. 1958:** *Forest Soils, their properties and relations to siviculture*, The Ronald Press, Co., New York.

## 6. Abstract

Nowadays, with the huge environmental problems and the water issue to be current as never before, the scientific community is required to provide solutions validating the prevalent element of the natural environment, the forest, demonstrating its water hydronomic role.

The contribution of the forest and generally the forest territories to the protection of the forest ground and the geological pad (antierosion protection) as well as its regulating role to the water balance of an area are issues which this present Postgraduate Thesis deals with, while its hopes to answer queries such as how the structure and the administrative form of the forest affect the production of water and the protection of the ground against erosion phenomena, what the hydronomic importance of the ways of management is and finally which forestry management contributes to the sustainable water management.

The area of the research of the present Postgraduate Thesis is located in the Southwestern part of the prefecture of Karditsa, near the borders of the prefecture of Evritania and more specifically in the west of the N. Plastiras lake. It comprises a part of the public forest cluster of Agrafa and comprises three forest parts (12, 14, 15) and in all six clumps (12, 14 $\alpha$ , 14 $\beta$ , 15 $\alpha$ , 15 $\beta$ ) of the forest of Belokomitis.

In this work research are presented analytically through biographical references the phenomena of interception and through fall while the mechanism of evaporation and transpiration which compose the phenomenon of evapotranspiration are analysed, while the role of the radical system of the forest territories is mentioned. The trees keep in their crown an amount of rain



and with their roots secure the ground preventing the running of the water on the surface and increasing the porous of the ground. In this way they force the water of the rain to run slowly through the forest grounds, enriching the underground water layer and fueling the sources. However, at the same time, erosion of the ground and floods are prevented.

How the way of forest territories and particularly the forest carpet affect the watersaving and antierosion protection are also mentioned. Moreover, it refers to the controversial relation of the forest and atmospheric precipitations when even today the aspect that the forest favors the production of rain is very common, while with the exception of 3%, the forest is the result and not the reason of rain.

The horizontal and vertical structure of the forest, the composition of the clumps, the form and the proportion of blending with their advantages and disadvantages are discerned.

The Logging depended on their goal and the way of their application as well as their impact on the water production and the protection of the ground, the results of various forest operations and the impact of the grade of solution of the humidity of the ground are described. While extracts of the greek and international biography which show the surface flow out and erosion in relation to the use of the ground, where the prevalence of the forest compared to other cultivations is crystal clear, are presented. The most import forest plant societies of our country are filled and discerned for the plant societies which are presented to the area of search to adapt.

The climat, the bas relief, the vegetation and the geological pad are the four basic factors create for every watershed a specific environment, and determine the way and the procedure of movement of the running water.

For the area of research the above factors are analyzed thoroughly emphasizing particularly on the vegetation and the forms that present as well as the conditions which are held in the area. The clumps which constitute the area of research in relation to the age and their composition as well as the administrative forms which present and the forestry operations which took place there, are described.

Classification in torrential microtypes according to Kotoula is followed and the environment is described, mentioning the particularities of the ecotypes and the morphology of the landscape. The areas of appearance of the torrential microtype beyond the area of research are mentioned, so as the results not to have strictly local character, as well as the principles and measures of management of the torrential phenomena and control of running water.

Furthermore, the intake and consumption of the water of the forest trees and each one of the main species of the area of research are mentioned and evidence in relation to the characteristics of the foliage and root system is described, so as there is the possibility of comparison the bibliographical data to the real evidence of the area of results.

For the watersheds which were eliminated for the area of research through Geographical Information Systems, the morfometric and hydrographical characteristics are calculated. From the morfometric characteristics the area of the watershed E (Km<sup>2</sup>), the perimeter U (km), the grade of the round form B,

the lowest altitude  $H_{min}$  (m), the highest altitude  $H_{max}$  (m), the average altitude  $H_{med}$  (m), the greatest bas-relief or altitude difference  $H_r$ (m), and the average incline of the watershed  $J_i$  (%). By the hydrographical characteristics the density of the hydrographic net  $D$  (km/km<sup>2</sup>), the length of the central watercourse  $J_K$  (%) are calculated.

For the calculation of the water balance particularly emphasis is given to the determination of the interception as the crown cover of the forest, depending on the forestry species. The density of the forest, the season of the year, the power and the duration of the rain, holds an amount of the water rain which never reaches the ground, but it evaporates and returns to the atmosphere. The percentage of the interception may be particularly important and raises up to 10-20% for the deciduous species and up to 30-40% for the evergreen ones. The definition of the interception is made according to Paulidi, after the raining data of the forecast station has been reduced based on the average altitude of each watershed.

The monthly evapotranspiration according to the Turc method and then the through fall were calculated.

The calculation of straining is made with the use of the indicator CN (Curve number) of each watershed and calculating the greatest amount which can be store in the unsaturated zone of the ground according to Thorthwaite and Mather, resulting in the amount of the water which is filtered each month, finding finally the definition of the water balance of the area of the research.

Finally the vegetation and in the present case the forest, is the only factor among the four torrential ones which can be affected by the man, in order to

manage the rainwater enriching the water horizon thus preventing the erosion phenomena.

The processes which take place in the forest, the mechanisms which the plant and the line of the forest ground of the root system of the trees is worth studying in depth. The forestry handling can be essential tool in the hand of the forester in order to manage the water, investing in his future.

**Key words:** Hydronomic (waterregulating) forest, Forestry handling, interception, Forest hydrology, flow