



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΛΑΡΙΣΑΣ
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΞΥΛΟΥ - ΕΠΙΠΛΟΥ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«ΜΕΛΕΤΗ ΔΙΟΓΚΩΣΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΕΙΔΩΝ ΞΥΛΟΥ ΣΕ ΧΗΜΙΚΑ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΑ»

ΓΑΛΛΙΟΥ ΖΑΦΕΙΡΙΑΣ

Επιβλέπων Καθηγητής
Δρ. ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΜΑΝΤΑΝΗΣ
Καθηγητής ΤΕΙ Λάρισας

ΚΑΡΔΙΤΣΑ - ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2006

Πρόλογος

Για την ολοκλήρωση των σπουδών μου, στο Τ.Ε.Ι. Λάρισας, Παράρτημα Καρδίτσας, Τμήμα Σχεδιασμού και Τεχνολογίας Ξύλου – Επίπλου, συνέταξα την παρούσα πτυχιακή εργασία.

Το θέμα της πτυχιακής εργασίας μου είναι: **“Μελέτη διόγκωσης ελληνικών ειδών ξύλου σε χημικά αντιδραστήρια”**.

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι να καταγραφούν οι διαφορές όσον αφορά τη διόγκωση στα διάφορα δασοπονικά είδη σε χημικά αντιδραστήρια και να διατυπωθούν οι αλλοιώσεις που είναι θεμελιώδους σημασίας σε ένα ευρύ φάσμα εμπορικών και πειραματικών διαδικασιών.

Οφείλω να ευχαριστήσω όλους όσοι με βοήθησαν και υπήρξαν καταλύτες στη σύνταξη και ολοκλήρωση αυτής της εργασίας. Ειδικότερα, θέλω να ευχαριστήσω θερμά τον Καθηγητή του Τμήματος, Δρ. Γεώργιο Μαντάνη, ο οποίος ανταποκρίθηκε στην επιθυμία μου να ασχοληθώ με το θέμα της διόγκωσης του ξύλου και στάθηκε αρωγός στην προσπάθειά μου να διαπραγματευτώ το συγκεκριμένο θέμα που μου πρότεινε, αυτό της διόγκωσης των ελληνικών ειδών ξύλου σε χημικά αντιδραστήρια.

Επίσης, ευχαριστώ την κ. Φραγκιαδάκη Άννα και την κ. Κυπριανίδου Αφροδίτη, οι οποίες πραγματοποιούσαν την πρακτική τους άσκηση στο Εργαστήριο Τεχνολογίας Ξύλου, για την πολύτιμη συνεργασία τους. Και φυσικά, ένα μεγάλο ευχαριστώ οφείλω στην οικογένειά μου, ειδικά στους γονείς μου, που με στήριξαν καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

Περιεχόμενα

	σελ.
ΠΡΟΛΟΓΟΣ _____	2
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ _____	3
 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1° _____	4
1. Εισαγωγή – Ανασκόπηση της βιβλιογραφίας _____	5
1.1. Προσρόφηση υδρατμών από το περιβάλλον _____	6
1.2. Διόγκωση του ξύλου σε χημικά αντιδραστήρια _____	11
1.3. Το φαινόμενο της διόγκωσης του ξύλου _____	15
 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2° _____	19
2. Σκοπός _____	20
 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3° _____	21
3. Υλικά και μέθοδοι _____	22
3.1. Υλικά _____	22
3.2. Μέθοδοι _____	23
 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4° _____	25
4. Αποτελέσματα _____	26
 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5° _____	42
5. Συζήτηση και Συμπεράσματα _____	43
 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ _____	47
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ _____	48

Κεφάλαιο

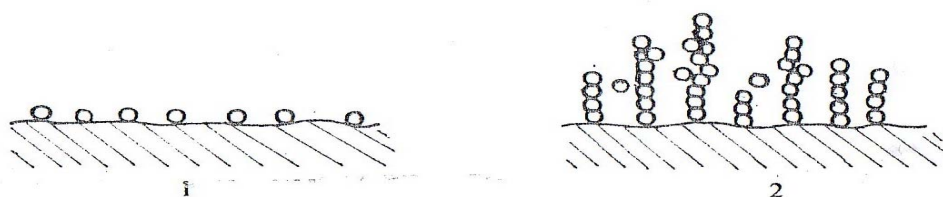
1^ο

1. Εισαγωγή – Ανασκόπηση της βιβλιογραφίας

Όταν το ξύλο έρθει σε επαφή με αντιδραστήρια, αυτά προσροφούνται στην επιφάνεια και στη συνέχεια εισέρχονται στη μάζα του. Η είσοδος των αντιδραστηρίων στη μάζα του ξύλου μπορεί να περιοριστεί μόνο στο μικροσκοπικό πορώδες ή και να συνεχίσει στα κυτταρικά τοιχώματα. Η είσοδος αντιδραστηρίων στα κυτταρικά τοιχώματα προκαλεί διόγκωσή τους και κατά συνέπεια, διόγκωση του ξύλου. Η διόγκωση συνοδεύεται με ανάλογη αύξηση της εσωτερικής (ειδικής) επιφάνειας που μπορεί να φτάσει μέχρι και 2000 φορές μεγαλύτερη της επιφάνειας του μικροπορώδους του ξύλου.

Σχετικά με τον τρόπο εισόδου των αντιδραστηρίων από την επιφάνεια στο εσωτερικό του ξύλου διακρίνουμε: την *προσρόφηση*, την *απορρόφηση*, και την *διάχυση*.

Προσρόφηση είναι η έλξη (συγκόλληση) στην επιφάνεια του ξύλου μορίων (αερίων, υγρών ή διαλυμάτων) που βρίσκονται σε επαφή με το ξύλο. Για να έχουμε προσρόφηση πρέπει οι ελκτικές δυνάμεις του ξύλου για τα μόρια ενός αντιδραστηρίου (δυνάμεις συνάφειας) να είναι μεγαλύτερες από τις ελκτικές δυνάμεις μεταξύ των μορίων ενός αντιδραστηρίου (δυνάμεις συνοχής). Η προσρόφηση είναι φαινόμενο επιφάνειας και διέπεται από τους νόμους της θερμοδυναμικής των επιφανειών. Προσρόφηση ενός αντιδραστηρίου στην επιφάνεια του ξύλου συνοδεύεται με έκλυση ενέργειας (ενέργεια προσρόφησης). Η ενέργεια προσρόφησης (προσροφητικότητα) εξαρτάται από το είδος του ξύλου και το είδος του προσροφούμενου αντιδραστηρίου. Η προσρόφηση μπορεί να είναι μονομοριακή ή πολυμοριακή (μέχρι 10 μόρια σε πάχος) ανάλογα με την πολικότητα, την ατμική πίεση των αερίων και υγρών ή την συγκέντρωση των διαλυμάτων (Σχήμα 1). Στην περίπτωση των αντιδραστηρίων που αντιδρούν χημικά με τις δραστικές ομάδες του ξύλου έχουμε μονομοριακή προσρόφηση (χημική προσρόφηση). Μονομοριακή προσρόφηση έχουμε επίσης στην περίπτωση των μη πολικών αντιδραστηρίων.



ΣΧΗΜΑ 1. Προσρόφηση αντιδραστηρίων στην επιφάνεια του ξύλου (1=μονομοριακή, 2= πολυμοριακή) (Πηγή: Φιλίππου 1986).

Απορρόφηση είναι η μηχανική είσοδος υγρών στο πορώδες του ξύλου ως αποτέλεσμα τριχοειδούς έλξης. Η απορρόφηση συνοδεύεται και με προσρόφηση των υγρών στην εσωτερική επιφάνεια του πορώδους με αποτέλεσμα να αναπτύσσονται επιφανειακές τάσεις. Η ταχύτητα και το βάθος εισόδου εξαρτάται από το μέγεθος των πόρων (τριχοειδών σωλήνων) και την επιφανειακή τάση των υγρών. Συνήθως η απορρόφηση και η είσοδος των αντιδραστηρίων στο εσωτερικό ξύλου μεγάλων διαστάσεων είναι βραδεία και συχνά στην πράξη (π.χ. εμποτισμός) χρησιμοποιείται εξωτερική πίεση για επιτάχυνση της εισόδου.

Διάχυση είναι η κίνηση ενός αντιδραστηρίου στη μάζα ενός υλικού από περιοχές μεγάλης συγκέντρωσης σε περιοχές μικρότερης συγκέντρωσης του αντιδραστηρίου σε μια προσπάθεια ομοιόμορφης κατανομής (εξίσωσης) της συγκέντρωσης του αντιδραστηρίου στη μάζα του υλικού.

Η είσοδος των αντιδραστηρίων από την επιφάνεια στο εσωτερικό του ξύλου διαφέρει ανάλογα με την κατάσταση (αέρια, υγρή, διάλυμα), την πολικότητα και το μοριακό μέγεθος του αντιδραστηρίου.

1.1. Προσρόφηση υδρατμών από το περιβάλλον

Όταν ξύλο απολύτως ξηρό εκτεθεί σε περιβάλλον με σχετική υγρασία μεγαλύτερη του 0% προσροφά υδρατμούς στην επιφάνειά του. Το νερό (όπως και τα πολικά αντιδραστήρια) έλκεται από τα υδροξύλια και τις άλλες πολικές δραστικές ομάδες του ξύλου και σχηματίζει με αυτά υδρογονικούς δεσμούς. Στην αρχή σχηματίζεται ένα μοριακό στρώμα νερού που ενώνεται με τα υδροξύλια του ξύλου και στη συνέχεια ανάλογα με τη σχετική υγρασία του περιβάλλοντος έλκονται νέα μόρια νερού (μέχρι 6-10 μοριακά στρώματα) που συγκρατούνται

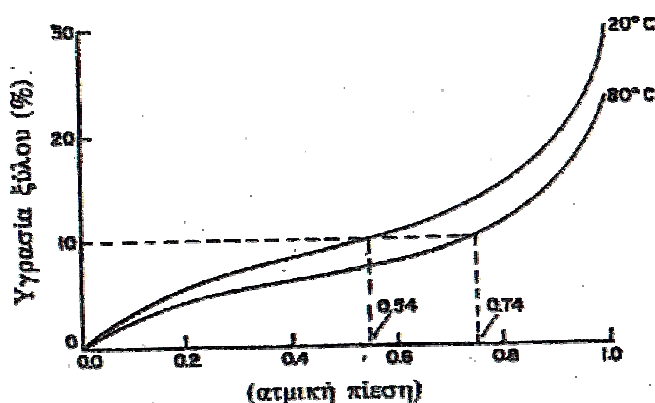
μεταξύ τους με δυνάμεις Van der Waals. Οι ελκτικές δυνάμεις που συγκρατούν τα μόρια νερού στα μοριακά στρώματα μειώνονται με την απόσταση των μορίων από τα υδροξύλια του ξύλου. Από την επιφάνεια τα μόρια εισχωρούν με διάχυση και προσροφούνται στα κυτταρικά τοιχώματα όπου επίσης σχηματίζουν μονομοριακά ή πολυμοριακά στρώματα.

Η προσρόφηση υδρατμών στην επιφάνεια και στα κυτταρικά τοιχώματα του ξύλου συνοδεύεται με έκλυση ενέργειας. Η ενέργεια προσρόφησης μειώνεται με τον αριθμό στρωμάτων μορίων νερού (Πίνακας 1).

Πίνακας 1. Ενέργεια προσρόφησης νερού σε διάφορες αρχικές υγρασίες ξύλου. (Πηγή: Φιλίππου 1986).

Αρχική υγρασία ξύλου (%)	Ενέργεια προσρόφησης (Cal/g νερού)	
	ερυθρελάτη	οξιά
1	227	192
2	212	152
4	166	111
6	114	73
8	81	66
10	63	53
15	32	27
20	15	14

Το ποσοστό υγρασίας που προσροφάται στο ξύλο $[(\text{βάρους νερού}/\text{βάρους ξηρού ξύλου}) \times 100]$ είναι συνάρτηση της σχετικής υγρασίας του περιβάλλοντος ή της ατμικής πίεσης του νερού και της θερμοκρασίας (Σχήμα 2). Όταν το περιβάλλον είναι κορεσμένο με υδρατμούς (σχετική υγρασία 100%, ατμική πίεση 1,0) τα κυτταρικά τοιχώματα αποκτούν τη μέγιστή τους υγρασία (υγρασία ινοκόρου).



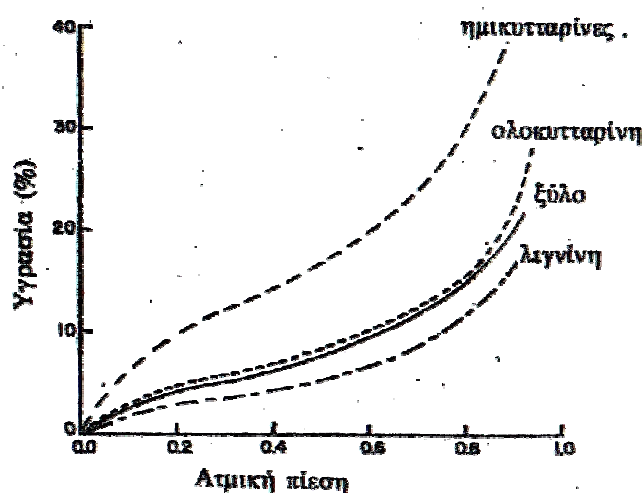
ΣΧΗΜΑ 2. Σχέση υγρασίας ξύλου – σχετικής υγρασίας (ατμική πίεση) περιβάλλοντος σε διάφορες θερμοκρασίες. (Πηγή: Φιλίππου 1986).

Το ποσοστό της υγρασίας που προσροφάται στα κυτταρικά τοιχώματα σε μια ορισμένη σχετική υγρασία (*ισοδύναμο υγρασίας*) δεν είναι το ίδιο σε όλα τα είδη του ξύλου. Εξαρτάται κατά κύριο λόγο από την χημική σύσταση του ξύλου (ποσοστό κυτταρίνης, ημικυτταρινών, λιγνίνης, είδος και ποσοστό εκχυλισμάτων). Η υγροσκοπικότητα των ημικυτταρινών είναι μεγαλύτερη από ότι στην κυτταρίνη, και της κυτταρίνης μεγαλύτερη από ότι της λιγνίνης. (Σχήμα 3, Πίνακας 2). Τα μη πολικά εκχυλίσματα (τερπένια, ρητινικά οξέα, λίπη και κηροί) είναι υδρόφοβες ουσίες. Τα φαινολικά συστατικά είναι μερικώς υγροσκοπικά, αλλά η υγροσκοπικότητά τους είναι μικρότερη από ότι της κυτταρίνης. Αντίθετα, τα σάκχαρα, οι πολυσακχαρίτες και το άμυλο έχουν μεγαλύτερη υγροσκοπικότητα από ότι οι ημικυτταρίνες. Από την άποψη της χημικής σύστασης, ξύλο πλατυφύλλων είναι περισσότερο υγροσκοπικό από ξύλο κωνοφόρων και το σομφό περισσότερο υγροσκοπικό από ότι το εγκάρδιο ξύλο.

Όταν το ξύλο εμβαπτισθεί σε νερό (υγρή κατάσταση), το νερό εισχωρεί με προσρόφηση και απορρόφηση τόσο στα κυτταρικά τοιχώματα, όσο και στους κενούς χώρους. Σε κατάσταση κορεσμού η υγρασία του ξύλου μπορεί να φθάσει, ανάλογα με την πυκνότητα του ξύλου, μέχρι και 300%. Η προσρόφηση νερού στα κυτταρικά τοιχώματα διέπεται από τους ίδιους νόμους της προσρόφησης υδρατμών. Η απορρόφηση ελέγχεται από το μέγεθος του πορώδους και ιδιαίτερα τη διάμετρο των τριχοειδών σωλήνων.

Πίνακας 2. Προσρόφηση νερού από τα δομικά συστατικά ξύλου *Eucalyptus regnans* (Πηγή: Φιλίππου 1986).

Συστατικό	Προσρόφηση σε σχέση με το ξύλο	Ποσοστό συμμετοχής στην προσρόφηση του ξύλου
Ξύλο	1,00	100
Ημικυτταρίνες	1,56	37
Κυτταρίνη	0,94	47
Ολοκυτταρίνη	1,09	-
Λιγνίνη	0,60	16

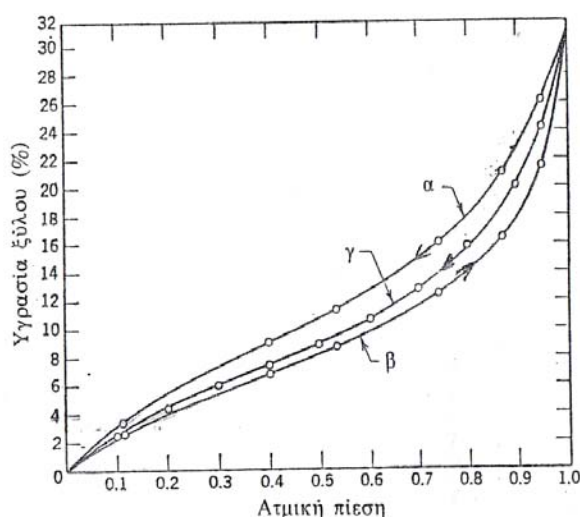


ΣΧΗΜΑ 3. Προσρόφηση νερού σε διάφορες σχετικές υγρασίες (ατμικές πιέσεις) ξύλου και συστατικών ξύλου σε 25°C (Πηγή: Φιλίππου 1986).

Η υγρασία του χλωρού (αμέσως μετά την υλοτομία) ή κορεσμένου ξύλου βρίσκεται σε τρεις μορφές: (α) ως υγρού δεσμευμένου στα κυτταρικά τοιχώματα, (β) ως υγρό ελεύθερο στο μικροσκοπικό πορώδες (κυτταρικές κοιλότητες ή στα τριχοειδή) και (γ) ως υδρατμοί στις κυτταρικές κοιλότητες. Όταν χλωρό ή κορεσμένο ξύλο εκτεθεί στο περιβάλλον αποβάλλει (εκροφά) νερό έως ότου έλθει σε ισορροπία με την σχετική υγρασία του περιβάλλοντος. Η εκρόφηση (ξήρανση) είναι ενδόθερμη αντίδραση και συνοδεύεται με απορρόφηση ενέργειας. Η

απαιτούμενη ενέργεια εξάτμισης στην περίπτωση του νερού που βρίσκεται στους κενούς χώρους είναι τουλάχιστον ίση με την ενέργεια εξάτμισης του νερού, ενώ στην περίπτωση του δεσμευμένου στα κυτταρικά τοιχώματα τουλάχιστον ίση με την ενέργεια προσρόφησης. Για το λόγο αυτό κατά την ξήρανση πρώτα αποβάλλεται το νερό από τις κυτταρικές κοιλότητες και στη συνέχεια από τα κυτταρικά τοιχώματα. Η έξοδος του νερού από την μάζα του ξύλου ακολουθεί πορεία αντίστροφη της προσρόφησης.

Το ποσοστό υγρασίας που συγκρατείται στο ξύλο σε μια ορισμένη σχετική υγρασία (το ισοδύναμο υγρασίας) είναι μεγαλύτερο κατά την εκρόφηση (ξηρανση) από ότι κατά την προσρόφηση, και ακόμη μεγαλύτερο όταν χλωρό ξύλο ξηραίνεται για πρώτη φορά (Σχήμα 4). Το φαινόμενο της διαφοράς του ισοδύναμου υγρασίας κατά την προσρόφηση και εκρόφηση είναι γνωστό ως *υστέρηση*.



ΣΧΗΜΑ 4. Ατμική πίεση σε σχέση με την υγρασία του ξύλου (Πηγή: Φιλίππου 1986).

Η προσρόφηση – εκρόφηση των πολικών αντιδραστηρίων είναι ανάλογη εκείνης του νερού και χαρακτηρίζεται επίσης από το φαινόμενο της υστέρησης.

1.2. Διόγκωση του ξύλου σε χημικά αντιδραστήρια

Η είσοδος των αντιδραστηρίων στα κυτταρικά τοιχώματα προκαλεί διόγκωση των κυτταρικών τοιχωμάτων του ξύλου. Το ποσοστό της διόγκωσης εξαρτάται από την ποσότητα του αντιδραστηρίου που προσροφάται στα τοιχώματα και από το είδος (π.χ. πολικότητα, μέγεθος μορίου) του αντιδραστηρίου.

Η είσοδος των αντιδραστηρίων στα κυτταρικά τοιχώματα και η διόγκωση δεν είναι *απεριόριστη*. Περιορίζεται από τον τρόπο δόμησης του ξύλου σε μοριακό, υπερμοριακό, μικρο- και μακροσκοπικό επίπεδο (π.χ. δεσμοί και πλοκή δομικών συστατικών, κρυσταλλικές περιοχές μικροϊνιδίων, διάταξη μικροϊνιδίων στα κυτταρικά τοιχώματα, διάταξη κυττάρων στους ξύλινους ιστούς). Έτσι η διόγκωση του ξύλου σε κατάσταση κορεσμού είναι ορισμένη για ένα ορισμένο σύστημα “είδος ξύλου – είδος αντιδραστηρίου”. Διαλύτες που προκαλούν απεριόριστη διόγκωση (διάλυση), όπως στην περίπτωση της κυτταρίνης, δεν υπάρχουν για το ξύλο.

Στους Πίνακες 3 και 4 δίνεται η ογκομετρική διόγκωση απολύτως ξηρού ξύλου σε διάφορα συστήματα “είδος ξύλου – είδος αντιδραστηρίου”. Μη πολικά αντιδραστήρια διογκώνουν ελάχιστα ή καθόλου το ξύλο (δεν εισέρχονται στα κυτταρικά τοιχώματα), οι αλκοόλες και τα οργανικά οξέα προκαλούν μικρότερη διόγκωση από το νερό. Το ποσοστό διόγκωσης είναι μικρότερο όσο μεγαλύτερο είναι το αλιφατικό μέρος των αλκοολών και των οξέων. Ορισμένες χημικές ενώσεις όπως αμμωνία, αλιφατικές και αρωματικές αμίνες, πυριδίνη, φορμαλδεΰδη και διάφοροι διαλύτες προκαλούν μεγαλύτερη διόγκωση από το νερό. Στην περίπτωση αυτή τα αντιδραστήρια αυτά εισέρχονται και στις κρυσταλλικές περιοχές των μικροϊνιδίων, διασπούν υδρογονικούς δεσμούς και διογκώνουν και τους κρυσταλλίτες.

Πίνακας 3. Ογκομετρική διόγκωση ξύλου (% όγκου ξηρού ξύλου) σε αλκοόλες και οργανικά οξέα (Πηγή: Φιλίππου 1986).

Αντιδραστήριο	Λεύκη	Σημύδα	Οξιά	Πεύκη	Καρυδιά	Δρυς
Νερό	15,3	14,7	21,1	-	14,5	17,6
Μεθυλική αλκοόλη	11,3	12,1	14,0	14,5	14,1	16,7
Αιθυλική αλκοόλη	12,3	13,4	16,1	14,2	9,8	11,2
Προπυλική αλκοόλη	10,0	10,9	13,4	6,9	7,6	9,0
Βουτυλική αλκοόλη	7,3	6,2	8,4	-	2,6	3,2
Εξανόλη	-	-	-	-	0,3	0,4
Μυρμηγκικό οξύ	17,8	19,1	29,6	20,4	22,3	25,5
Οξικό οξύ	14,0	13,0	23,0	19,4	14,1	16,6
Πριοπιονικό οξύ	12,0	11,5	17,1	-	3,8	7,5

Πίνακας 4. Σχετικός συντελεστής διόγκωσης σομφού ξύλου πεύκης ύστερα από εμβάπτιση σε διάφορα αντιδραστήρια (Πηγή: Φιλίππου 1986).

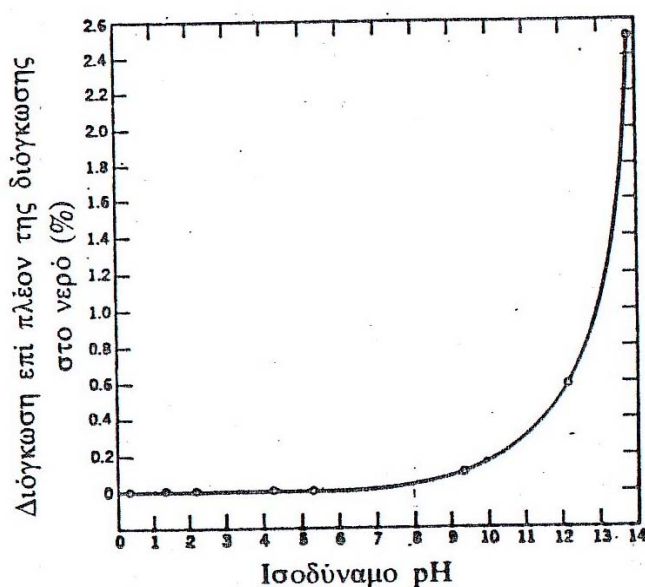
α/α	Αντιδραστήριο	Συντελεστής διόγκωσης	Αντιδραστήριο	Συντελεστής διόγκωσης
1	Αμμωνία	1,55	Ακετόνη	0,56
2	Βουτυλαμίνη	1,52	Προπυλενοξειδίο	0,50
3	Πυριδίνη	1,31	Ακρίλονιτρίλιο	0,45
4	Διμεθυλοφορμαμίδιο	1,25	Οξικός μεθυλεστέρας	0,42
5	Φορμαλδεΰδη	1,23	Διχλωρομεθάνιο	0,33
6	Διαιθυλαμίνη	1,10	Τριεθυλαμίνη	0,21
7	Νερό	1,00	1,4-Διοξάνιο	0,06
8	Μεθανόλη	0,93	Κυκλοεξανόνη	0,05
9	Οξικό οξύ	0,88	Κυκλοεξάνιο	0,01
10	Ακρολεΐνη	0,70		
11	Διοξάνιο	0,62		

* Διόγκωση σε σχέση με τη διόγκωση σε νερό.

Υδατικά διαλύματα οργανικών ενώσεων (π.χ. ουρίας, θειουρίας, φορμαλδεΰδης, φουρφουράλης, φαινόλης, αιθυλενικής γλυκόλης), προκαλούν μεγαλύτερη διόγκωση από το νερό. Ορισμένοι διαλύτες (π.χ. ακετόνη, αιθέρας)

που έχουν μικρότερη διογκωτική ικανότητα από το νερό, σε μίξη με το νερό αυξάνουν τη διογκωτική ικανότητά του.

Πυκνά ανόργανα οξέα όπως το θειικό, φωσφορικό και υδροχλωρικό, προκαλούν μεγάλη διόγκωση του ξύλου πριν αρχίσει η αποικοδόμησή του. Αραιά υδατικά διαλύματα οξέων ($\text{pH}=2-6$) παρουσιάζουν μικρή ή καθόλου αύξηση της διογκωτικής ικανότητας του νερού. Αντίθετα αλκαλικά διαλύματα προκαλούν μεγαλύτερη διόγκωση από το νερό. Τα αλκάλια εισέρχονται στους κρυσταλλίτες σχηματίζουν ενώσεις προσθήκης με τα υδροξύλια και διογκώνουν τους κρυσταλλίτες. Η διόγκωση σε αλκαλικά διαλύματα αυξάνει με την αύξηση της συγκέντρωσης του αλκάλιου (με το pH) στο διάλυμα (Σχήμα 5).



ΣΧΗΜΑ. 5. Επίδραση pH (συγκέντρωση διαλύματος) στη διόγκωση του ξύλου (Πηγή: Φιλίππου 1986).

Διαλύματα αλάτων επίσης διογκώνουν το ξύλο περισσότερο από το νερό. Ο βαθμός διόγκωσης εξαρτάται από το είδος των ιόντων (κατιόντων και ανιόντων) των αλάτων και την συγκέντρωσή τους στο διάλυμα. Η επίδραση των ιόντων στη διόγκωση ακολουθεί την σειρά:

Κατιόντα: $\text{Zn} > \text{Li} > \text{Ca} > \text{Mg} > \text{Mn} > \text{Na} > \text{K} > \text{Ba}$

Ανιόντα: $\text{CNS} > \text{I} > \text{Cl} > \text{NO}_3 > \text{SO}_4 > \text{ClO}_3$.

Θειοκυανιούχα άλατα του ψευδαργύρου και λιθίου είναι οι περισσότερες αποτελεσματικές διογκωτικές ουσίες.

Διόγκωση του ξύλου είναι δυνατό να επιτευχθεί και σε μη πολικούς διαλύτες με τη μέθοδο εναλλαγής διαλυτών. Το ξύλο διογκώνεται πρώτα σε νερό και εναλλάσσεται με ένα λιγότερο πολικό, αλλά με μεγαλύτερο βαθμό βρασμού διαλύτη (π.χ. μονοαιθυλενικός αιθέρας της αιθυλενικής γλυκόζης). Το νερό εξατμίζεται αλλά το ξύλο παραμένει διογκωμένο στον άλλο διαλύτη. Συνεχής αλλαγή με μη πολικούς διαλύτες (π.χ. υδρογονάνθρακες, βενζόλιο) και εξάτμιση του διαλύτη διατηρεί το ξύλο διογκωμένο. Η μέθοδος βρίσκει εφαρμογή στην εισαγωγή μη πολικών αντιδραστηρίων στα κυτταρικά τοιχώματα κατά τον εμποτισμό με οργανοδιαλυτές ουσίες και διάφορα μη πολικά πολυμερή.

Η διόγκωση δεν είναι ομοιόμορφη στις τρεις (3) κατευθύνσεις του ξύλου (Πίνακας 5). Είναι πολύ μικρή στην αξονική από ότι στην εγκάρσια και μεγαλύτερη (1,5 – 3 φορές) στην εφαπτομενική από ότι στην ακτινική. Στις περιπτώσεις μεγαλύτερης διόγκωσης από τη διόγκωση στο νερό (διόγκωση κρυσταλλικών περιοχών μικροϊνιδίων) η επιπλέον διόγκωση λαμβάνει χώρα κυρίως στην εφαπτομενική κατεύθυνση.

Πίνακας 5. Διόγκωση του ξύλου οξιάς σε οργανικές ενώσεις (Πηγή: Φιλλίπου 1986).

Διόγκωση				
Αντιδραστήριο	Αξονική	Ακτινική	Εφαπτομενική	Χρόνος* (σε min)
H ₂ O	0,9	6,6	16,7	5 mim
Μεθανόλη	0,9	6,4	15	10 mim
Αιθανόλη	0,6	4,8	11	15 mim
Ακετόνη	0,6	4,6	10,8	23 mim
Πυριδίνη	1,2	7,5	20,9	52 mim
Αιθυλενική γλυκόλη	0,9	6,4	16,7	100 mim
Διαιθυλεστέρας	0,3	2,4	3,9	3600min

* Χρόνος που απαιτήθηκε για το ½ της συνολικής διόγκωσης σε δοκίμια διαστάσεων 15x15x15cm.

Η διόγκωση έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της ειδικής επιφάνειας του ξύλου. Π.χ. μετρήσεις έδειξαν ότι η ειδική επιφάνεια ξύλου πεύκης ήταν

αντίστοιχα: σε μη διογκωμένη κατάσταση (επιφάνεια πορώδους) $0,25 \text{ m}^2/\text{g}$, σε κατάσταση διογκωμένη σε νερό $350 \text{ m}^2/\text{g}$ και σε αμμωνία $430 \text{ m}^2/\text{g}$ ξηρού ξύλου. Ανάλογες παρατηρήσεις έχουν γίνει και σε άλλα είδη ξύλου. Η αύξηση της ειδικής επιφάνειας συνοδεύεται με ανάλογη αύξηση της διαθεσιμότητας των δραστικών ομάδων του ξύλου για χημικές αντιδράσεις.

Η είσοδος αντιδραστηρίων στα κυτταρικά τοιχώματα και η διόγκωση του ξύλου επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό τις μηχανικές και φυσικές ιδιότητες του ξύλου. Στην περίπτωση αντιδραστηρίων που δεν αντιδρούν χημικά με τα συστατικά του ξύλου (νερό, οργανικές ενώσεις, διαλύματα), η διόγκωση προκαλεί σημαντική μείωση των μηχανικών αντοχών. Η μείωση των μηχανικών αντοχών είναι ανάλογη της διόγκωσης και οφείλεται κατά κύριο λόγο στη διάσπαση των υδρογονικών δεσμών που συγκρατούν τις μοριακές αλυσίδες των συστατικών του ξύλου. Το νερό σε συνδυασμό με υψηλές θερμοκρασίες (άτμιση) προκαλεί πλαστικοποίηση του ξύλου. Πλαστικοποίηση του ξύλου προκαλούν επίσης η αμμωνία και άλλες οργανικές ενώσεις.

1.3. Το φαινόμενο της διόγκωσης του ξύλου

Το φαινόμενο της διόγκωσης λοιπόν, όπως προαναφέρθηκε, είναι χαρακτηριστικό όλων των ελαστικών υλικών, αλλά διαφέρει κάπως για τους διαφορετικούς τύπους αυτών.

Η διόγκωση του ξύλου με αντιδραστήρια είναι θεμελιώδους σημασίας σε ένα ευρύ φάσμα βιομηχανικών διαδικασιών. Αντιμετωπίζεται όταν μια ουσία προστίθεται ή αφαιρείται από το κυτταρικό τοίχωμα σε μια ευρεία ποικιλία εφαρμογών του ξύλου. Αυτή η ποικιλία περιλαμβάνει διαδικασίες όπως είναι η πολτοποίηση, η συντήρηση, η έκπλυση των εκχυλισμάτων, η διαστασιακή σταθερότητα και η χημική τροποποίηση του ξύλου.

Η διόγκωση του ξύλου σε νερό όπως και στους υδρατμούς έχει μελετηθεί εκτενώς τα προηγούμενα 50 έτη. Διάφοροι επιστήμονες έχουν κάνει προσπάθειες να καθορίσουν τους παράγοντες που επηρεάζουν το ξύλο που διογκώνεται σε νερό και οργανικούς διαλύτες. Η πιο εκτενής μελέτη για τη διόγκωση του ξύλου σε νερό, εκτελέστηκε από τον Stamm (1964). Απέδειξε ένα

καθορισμένο συσχετισμό της ρίκνωσης και της διόγκωσης του ξύλου με τη συγκεκριμένη πυκνότητα και κατέδειξε ότι αυτή μπορεί να προβλεφθεί από τον ακόλουθο τύπο: $S = f \times g$,

όπου s είναι η συνολική ογκομετρική ρίκνωση του χλωρού ξύλου, αφού ξηραθεί σε κλίβανο και έρθει σε κατάσταση ισορροπίας, το f είναι το σημείο ινοκόρου σε ένα ποσοστό όγκου ανά βάση βάρους και το g είναι η συγκεκριμένη πυκνότητα ξύλου σε κατάσταση διόγκωσης.

Ο Μαντάνης και άλλοι (1994), αξιολόγησαν τη διόγκωση τεσσάρων βορειοαμερικανικών ειδών ξύλου (ερυθρελάτη, σφενδάμι, ψευδοτσούγκα, λεύκη) στο νερό. Τα δυο πλατύφυλλα ξύλα, παρουσίασαν μεγαλύτερη εφαιπτομενική διόγκωση, ιδιαίτερα μετά την αφαίρεση των εκχυλισμάτων. Επίσης, αξιολόγησαν το ποσοστό και τη μέγιστη διόγκωση των ίδιων ειδών σε 40 οργανικά αντιδραστήρια με μια εξειδικευμένη συσκευή (όπως και τη διόγκωση σε νερό). Δεδομένου ότι το ξύλο διογκώνεται πολύ γρήγορα σε ορισμένα αντιδραστήρια, ακόμα και σε θερμοκρασία δωματίου, αυτή η συσκευή, μπορεί να λάβει τα ακριβή στοιχεία ποσοστών, όσον αφορά τη διόγκωση στα αντιδραστήρια. Διαπιστώθηκε ότι υπήρχαν πολλές ομοιότητες μεταξύ ξύλου και μέγιστης διόγκωσης κυτταρίνης μέσα στις διάφορες χημικές κατηγορίες. Ως εκ τούτου, φαίνεται ότι η κυτταρίνη είναι το πολυμερές ξύλου που είναι υπεύθυνο για το σημαντικό ποσοστό διόγκωσης. Το ποσοστό ξύλου που διογκώνεται στα οργανικά αντιδραστήρια, συσχετίστηκε αντιστρόφως με το μοριακό βάρος καθώς επίσης και με το μοριακό όγκο του διαλύτη, δηλαδή, όσο μεγαλύτερο είναι το μοριακό μέγεθος, τόσο πιο χαμηλό το ποσοστό. Άλλες ιδιότητες, όπως η παράμετρος διαλυτότητας, η διηλεκτρική σταθερά και η ένταση επιφάνειας παρουσίασαν πολύ αδύνατους συσχετισμούς με τη μέγιστη εφαιπτομενική διόγκωση του ξύλου στα οργανικά αντιδραστήρια.

Ο Nayer (Nayer 1948) εκπόνησε την πιο λεπτομερή έρευνα διόγκωσης ξύλου σε οργανικά αντιδραστήρια. Αξιολόγησε διάφορους πιθανούς παράγοντες για τη διόγκωση του ξύλου. Προσπάθησε να συσχετίσει την ογκομετρική διόγκωση των πολυμερών ξύλου σε ένα μεγάλο αριθμό οργανικών αντιδραστηρίων ενάντια στη

διηλεκτρική σταθερά και την ένταση της επιφάνειας των υγρών. Γενικά, οι φτωχοί συσχετισμοί βρέθηκαν με εξαίρεση τα παράγωγα βενζολίου.

Οι Ishimaru και Sakai (1948), εξήγησαν την αυξημένη διόγκωση του ξύλου στα μίγματα δυο υγρών από τη σκοπιά της δραστηριότητας κάθε συστατικού δηλαδή μια θετική απόκλιση της δραστηριότητας ενός συστατικού από την ιδανική λύση σημαίνει ότι τα μόρια έχουν ένα υψηλότερο διαχωρισμό από τη δύναμη συνοχής στο μίγμα, σε σύγκριση με το καθαρό υγρό. Κατά συνέπεια το συστατικό έχει μια μεγαλύτερη πιθανότητα να επιτεθεί στις περιοχές προσρόφησης, οι οποίες είναι υπεύθυνες για τη διόγκωση του ξύλου.

Ο Gordy (1939, 1941) έκανε μερικούς από τους καλύτερους συσχετισμούς για τη διόγκωση του ξύλου στα οργανικά αντιδραστήρια. Αυτοί βασίστηκαν στην τάση του υγρού να διαμορφώνει δεσμούς υδρογόνου με τη μεθανόλη. Η τάση για τις διάφορες ενώσεις να διαμορφώνουν δεσμούς υδρογόνου καθορίστηκε με τη μέτρηση του ποσού μετατόπισης της χαρακτηριστικής δόνησης της ομάδας υδροξυλίου στη μεθανόλη από την υπέρυθρη απορρόφηση. Κατά συνέπεια, οι αντιπροσωπευτικοί διαλύτες των κατηγοριών των ενώσεων νίτρου, εστέρων, αλδεϋδών, κετόνων, αιθέρων, νιτρίλιων και αμινών υιοθετηθήκαν και τα αποτελέσματα έδωσαν την απόδειξη του συσχετισμού του υδρογόνου με τη διόγκωση του ξύλου.

Οι Rowell και Ellis (Rowell 1984, Ellis 1984) σε μια έρευνα για την αντίδραση των εποξειδίων με το ξύλο, παρατήρησαν την επίδραση της θερμοκρασίας στο ξύλο που διογκώνεται σε μια σειρά οργανικών διαλυτών. Μερικοί διαλύτες που δεν διογκωσαν το ξύλο σε θερμοκρασία δωματίου, βρέθηκαν να διογκώνουν εντυπωσιακά το ξύλο σε υψηλές θερμοκρασίες.

Οι Banks και West (West 1988, Banks and West 1989) μέτρησαν τα ποσοστά διόγκωσης του ξύλου με τη θερμοκρασία, σε ένα περιορισμένο αριθμό οργανικών αντιδραστηρίων. Υπέθεσαν ότι η διόγκωση ήταν μια διμοριακή αντίδραση, απαιτώντας μόνο τη σύγκρουση των διαλυτών μορίων με το ξύλο. Διαπίστωσαν ότι το ποσοστό στα οργανικά αντιδραστήρια παρουσίασε μια ισχυρή εξάρτηση με τη θερμοκρασία που υποστηρίζει την κλασική εξίσωση Arrhenious (1989). Ο West πρότεινε ένα πρότυπο «φερμουάρ» για τη μετακίνηση του υγρού νερού και

των οργανικών αντιδραστηρίων που συνδέονται στη δομή του ξύλου, για να προκαλέσει διόγκωση. Εντούτοις, η τεχνική εφαρμογής αυτού με νερό αποδείχθηκε πολύ δύσκολη λόγω της εξαιρετικά ταχύτατης διόγκωσης στο νερό ακόμη και σε θερμοκρασία δωματίου (23°C).

Κεφάλαιο

2°

2. Σκοπός

Σκοπός αυτής της πτυχιακής εργασίας ήταν να μελετηθεί η διόγκωση ελληνικών δασοπονικών ειδών ξύλου σε χημικά αντιδραστήρια, να καταγραφούν οι διαφορές όσον αφορά τη διόγκωση στα διάφορα δασοπονικά είδη και να διατυπωθούν οι αλλοιώσεις που είναι θεμελιώδους σημασίας σε ένα ευρύ φάσμα των εμπορικών και πειραματικών διαδικασιών. Τέτοιες διαδικασίες είναι η πολτοποίηση, η συντήρηση, η διαστασιακή σταθερότητα και η χημική τροποποίηση του ξύλου.

Κεφάλαιο

3^ο

3. Υλικά και Μέθοδοι

Η μελέτη πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Τεχνολογίας Ξύλου του ΤΕΙ Λάρισας – Παράρτημα Καρδίτσας, Τμήμα Σχεδιασμού και Τεχνολογίας Ξύλου και Επίπλου, με ημερομηνία έναρξης την 16-11-2005 και ημερομηνία λήξης την 19-06-2006.

3.1. Υλικά

Απεσταγμένο νερό (H_2O) και εννέα (9) χημικά αντιδραστήρια χρησιμοποιήθηκαν σε αυτή τη μελέτη.

Τα αντιδραστήρια που επιλέχθηκαν ήταν η ακετόνη (C_2H_6O), η μεθανόλη (CH_3OH), το τολουόλιο ($C_6H_5CH_3$), η αιθανόλη (CH_3CH_2OH), η αιθυλενική γλυκόλη ($HOCH_2CH_2OH$), το φορμαμίδιο ($HCONH_2$), το διμεθυλοφορμαμίδιο ($(CH_3)_2NOCH$), ο διαιθυλαιθέρας ($(C_2H_5)_2O$) και το οξικό οξύ (CH_3COOH). Αυτά τα οργανικά αντιδραστήρια, έχουν διαφορετικές ιδιότητες και γι' αυτό επηρεάζουν τη διόγκωση του ξύλου με διαφορετικό τρόπο το κάθε ένα.

Τα είδη ξύλου που χρησιμοποιήθηκαν ήταν η ερυθρελάτη (*Picea abies*) (0,34-0,40 g/cm³), η ελάτη (*Abies sp.*) (0,47-0,48 g/cm³), η καρυδιά (*Juglans regia*) (0,66-0,67 g/cm³), η λεύκη (*Populus sp.*) (0,44-0,45 g/cm³), η καστανιά (*Castanea sativa*) (0,56-0,58 g/cm³), η οξιά (*Fagus silvatica*) (0,64-0,66 g/cm³), η δασική πεύκη (*Pinus silvestris*) (0,48-0,51 g/cm³) και ο φράξος (*Fraxinus sp.*) (0,63-0,64 g/cm³). Η πυκνότητά τους κυμαίνονταν από 0,34 έως 0,67 g/cm³ και το περιεχόμενο των εκχυλισμάτων ήταν διαφορετικό σε κάθε είδος.

Τα δείγματα κόπηκαν σε διαστάσεις 25 mm (εφαπτομενική διάσταση) X 25 mm (ακτινική διάσταση) X 5 mm (αξονική διάσταση) και κλιματίστηκαν σε κανονικές συνθήκες (20°C, 65% σχετική υγρασία αέρα) για δυο εβδομάδες (από 16/11/05 έως 30/11/05).

Τα δείγματα της ερυθρελάτης και της λεύκης είχαν ένα μέσο αριθμό ετήσιων δακτυλίων δέκα (10) ανά εκατοστό και η πυκνότητά τους κυμαίνονταν από 0,34-0,40 g/cm³ για την ερυθρελάτη και 0,44-0,45 g/cm³ για τη λεύκη.

Τα δείγματα της καρυδιάς είχαν ένα μέσο αριθμό ετήσιων δακτυλίων 15 ανά εκατ. και η πυκνότητά τους κυμαίνονταν από 0,66-0,67 g/cm³.

Τα δείγματα της καστανιάς, της οξιάς και του φράξου είχαν ένα μέσο αριθμό ετήσιων δακτυλίων 12 ανά εκατ. και η πυκνότητά τους κυμαίνονταν από 0,56-0,58 g/cm³ για την καστανιά, 0,64-0,66 g/cm³ για την οξιά και 0,63-0,64 g/cm³ για το φράξο.

Τα δείγματα της ελάτης είχαν ένα μέσο αριθμό ετήσιων δακτυλίων 5-8 ανά εκατ. και η πυκνότητά τους κυμαίνονταν από 0,47-0,48 g/cm³.

Τα δείγματα της δασικής πεύκης είχαν ένα μέσο αριθμό ετήσιων δακτυλίων 15 ανά εκατ. και η πυκνότητά τους κυμαίνονταν από 0,48-0,51 g/cm³.

Μετρήθηκε η εφαπτομενική και η ακτινική διόγκωση, καθώς και η ολική (ογκομετρική) διόγκωση του ξύλου.

3.2. Μέθοδοι

Πέντε δείγματα από το κάθε είδος: ερυθρελάτη, λεύκη, καρυδιά, καστανιά, οξιά, φράξο, ελάτη και δασική πεύκη, διογκώθηκαν όπως περιγράφεται παρακάτω σε εννιά χημικά αντιδραστήρια (οργανικούς διαλύτες) και νερό, σε θερμοκρασία δωματίου.

Αρχικά τα δείγματα διατομής (25 X 25 X 5) mm, κλιματίστηκαν για δυο εβδομάδες σε κανονικές συνθήκες (20°C, 65% σχετική υγρασία του αέρα), μετρήθηκαν οι αρχικές τους διαστάσεις (εφαπτομενικά και ακτινικά με ακρίβεια 0,01 mm), και εισήχθησαν σε φιάλες όπου σφραγίσθηκαν αεροστεγώς για 100 ημέρες.

Η μελέτη περιλάμβανε δυο στάδια:

Στο πρώτο στάδιο, τα δείγματα ελάτης, ερυθρελάτης, λεύκης, δασικής πεύκης, καστανιάς, καρυδιάς, οξιάς και φράξου, διογκώθηκαν σε εννιά χημικά

αντιδραστήρια και νερό (πέντε δείγματα από το κάθε είδος στον κάθε διαλύτη), σε αεροστεγώς σφραγισμένες φιάλες, για 100 ημέρες σε θερμοκρασία δωματίου.

Στο δεύτερο στάδιο, μόνο δείγματα δασικής πεύκης διογκώθηκαν σε αιθανόλη και νερό σε δυο διαφορετικές αναλογίες (30% αιθανόλη - 70% νερό, 60% αιθανόλη και 40% νερό), και σε ακετόνη και νερό στις ίδιες αναλογίες (30% ακετόνη - 70% νερό και 60% ακετόνη – 40% νερό), σε αεροστεγώς σφραγισμένες φιάλες, για 100 ημέρες σε θερμοκρασία δωματίου.

Όλες οι μετρήσεις έγιναν με ηλεκτρονικό παχύμετρο ακρίβειας 0,01 mm.

Μετά το πέρας των 100 ημερών, οι φιάλες ανοίχτηκαν μια προς μια, και τα δείγματα καταμετρήθηκαν αμέσως μετά την έξοδό τους από τα αντιδραστήρια, για να υπάρξει ακριβής μέτρηση της διόγκωσης, διότι οι περισσότερες από αυτές τις ουσίες είναι εξαιρετικά πτητικές.



Φωτογραφία 1. Διόγκωση δειγμάτων σε χημικά αντιδραστήρια.

Κεφάλαιο

4^ο

4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Οι πίνακες που ακολουθούν (Πίνακες: 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31), παρουσιάζουν τις αρχικές διαστάσεις των δειγμάτων που χρησιμοποιήθηκαν στην πειραματική διαδικασία, σε ακτινική και εφαπτομενική τομή, τις τελικές διαστάσεις αυτών (μετά το πέρας 100 ημερών), την διόγκωση σε εφαπτομενική και ακτινική τομή, όπως και την ολική ογκομετρική διόγκωση των δοκιμίων.

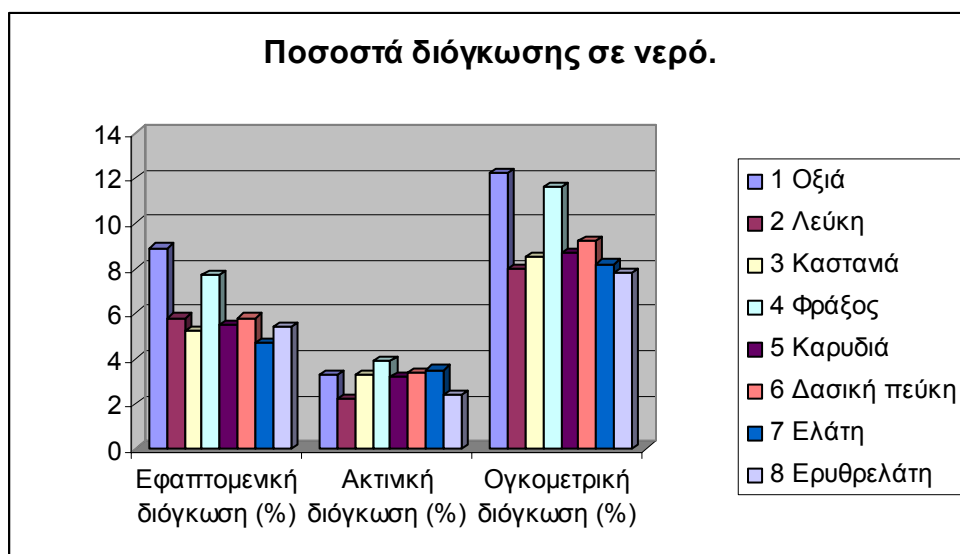
Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες για το κάθε είδος ξύλου, αναφέρονται στο μέσο όρο των αποτελεσμάτων πέντε δοκιμίων από το κάθε είδος. Αναλυτικά τα αποτελέσματα παρουσιάζονται σε πίνακες στο Παράρτημα.

Πίνακας 6. Διόγκωση δειγμάτων σε νερό.

NEPO H ₂ O								
a/a	Είδος ξύλου	Εφαπτομενική αρχικό	Εφαπτομενική τελικό	Εφαπτομενική διόγκωση	Ακτινική αρχικό	Ακτινική τελικό	Ακτινική διόγκωση	Ογκομετρική διόγκωση
1	Οξιά	25,12	27,36	2,24	25,10	25,94	0,83	3,08
2	Λεύκη	25,05	26,52	1,46	25,05	25,61	0,68	2,14
3	Καστανιά	24,87	26,18	1,31	24,94	25,76	0,82	2,19
4	Φράξος	25,17	27,12	1,95	25,15	26,14	0,99	2,94
5	Καρυδιά	25,07	26,47	1,40	25,08	25,90	0,81	2,22
6	Δασική πεύκη	25,08	26,54	1,46	25,10	25,96	0,86	2,32
7	Ελάτη	25,10	26,29	1,18	25,07	25,95	0,88	2,07
8	Ερυθρελάτη	25,14	26,51	1,37	25,10	25,71	0,61	1,98

Πίνακας 7. Διόγκωση ξύλου (% όγκου ξύλου) σε νερό.

a/a	Είδος ξύλου	Εφαπτομενική διόγκωση (%)	Ακτινική διόγκωση (%)	Ογκομετρική διόγκωση (%)
1	Οξιά	8,9	3,3	12,2
2	Λεύκη	5,8	2,2	8,0
3	Καστανιά	5,2	3,3	8,5
4	Φράξος	7,7	3,9	11,6
5	Καρυδιά	5,5	3,2	8,7
6	Δασική πεύκη	5,8	3,4	9,2
7	Ελάτη	4,7	3,5	8,2
8	Ερυθρελάτη	5,4	2,4	7,8

Γράφημα 1. Ποσοστά διόγκωσης ξύλου σε νερό.

Στους παραπάνω Πίνακες (6, 7), δίνονται τα αποτελέσματα (%) της διόγκωσης σε νερό, οκτώ (8) διαφορετικών ειδών ξύλου.

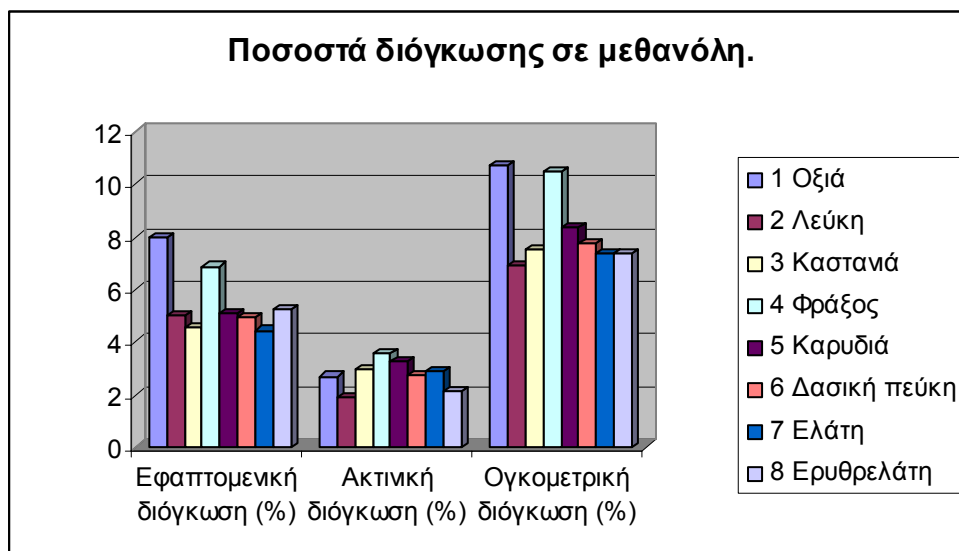
Τα είδη που παρουσίασαν τα μεγαλύτερα ποσοστά διόγκωσης στο νερό ήταν η οξιά, με ποσοστό διόγκωσης 12,2% και ο φράξος με ποσοστό διόγκωσης 11,6%, σε αντίθεση με την ερυθρελάτη η οποία είχε την μικρότερη ογκομετρική διόγκωση (7,8%).

Πίνακας 8. Διόγκωση δειγμάτων σε μεθανόλη.

ΜΕΘΑΝΟΛΗ CH ₃ OH								
a/a	Είδος ξύλου	Εφαπτομενική αρχικό	Εφαπτομενική τελικό	Εφαπτομενική διόγκωση	Ακτινική αρχικό	Ακτινική τελικό	Ακτινική διόγκωση	Ογκομετρική διόγκωση
1	Οξιά	25,14	27,15	2,00	25,15	25,83	0,68	2,68
2	Λεύκη	25,05	26,31	1,26	25,09	25,56	0,47	1,73
3	Καστανιά	24,87	26,01	1,13	24,91	25,65	0,74	1,87
4	Φράξος	25,17	26,91	1,73	25,16	26,06	0,90	2,63
5	Καρυδιά	25,06	26,33	1,27	25,07	25,88	0,81	2,09
6	Δασική πεύκη	25,12	26,36	1,24	25,19	25,89	0,69	1,94
7	Ελάτη	25,09	26,21	1,11	25,09	25,82	0,72	1,84
8	Ερυθρελάτη	25,16	26,48	1,32	25,14	25,68	0,54	1,86

Πίνακας 9. Διόγκωση ξύλου (% όγκου ξύλου) σε μεθανόλη.

α/α	Είδος ξύλου	Εφαπτομενική διόγκωση (%)	Ακτινική διόγκωση (%)	Ογκομετρική διόγκωση (%)
1	Οξιά	8,0	2,7	10,7
2	Λεύκη	5,0	2,0	6,9
3	Καστανιά	4,6	3,0	7,5
4	Φράξος	6,9	3,6	10,5
5	Καρυδιά	5,1	3,2	8,3
6	Δασική πεύκη	5,0	2,8	7,7
7	Ελάτη	4,4	2,9	7,3
8	Ερυθρελάτη	5,2	2,1	7,4

Γράφημα 2. Ποσοστά διόγκωσης ξύλου σε μεθανόλη.

Στους παραπάνω Πίνακες (8, 9), δίνονται τα αποτελέσματα (%) της διόγκωσης σε μεθανόλη, οκτώ (8) διαφορετικών ειδών ξύλου.

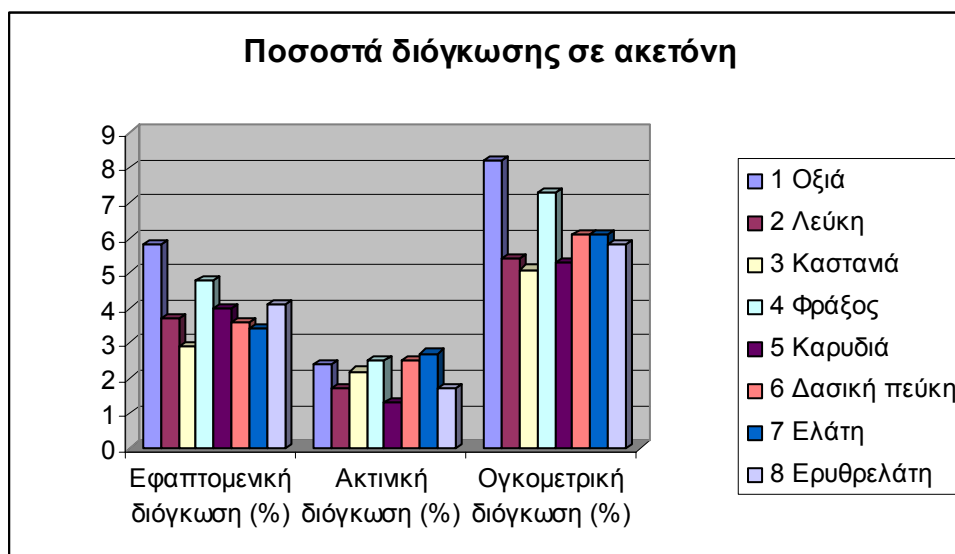
Τα είδη που παρουσίασαν τα μεγαλύτερα ποσοστά διόγκωσης στη μεθανόλη ήταν η οξιά, με ποσοστό διόγκωσης 10,7% και ο φράξος με ποσοστό διόγκωσης 10,5%, σε αντίθεση με την λεύκη η οποία είχε την μικρότερη ογκομετρική διόγκωση (6,9%).

Πίνακας 10. Διόγκωση δειγμάτων σε ακετόνη.

ΑΚΕΤΟΝΗ C ₂ H ₆ O								
α/α	Είδος ξύλου	Εφαπτομενική αρχικό	Εφαπτομενική τελικό	Εφαπτομενική διόγκωση	Ακτινική αρχικό	Ακτινική τελικό	Ακτινική διόγκωση	Ογκομετρική διόγκωση
1	Οξιιά	25,11	26,58	1,47	25,10	25,72	0,61	2,08
2	Λεύκη	25,00	25,93	0,92	25,07	25,51	0,43	1,36
3	Καστανιά	24,92	25,64	0,72	24,95	25,50	0,54	1,27
4	Φράξος	25,14	26,35	1,20	25,14	25,78	0,63	1,84
5	Καρυδιά	25,03	26,04	1,00	25,03	25,35	0,55	1,56
6	Δασική πεύκη	25,12	26,03	0,91	25,11	25,74	0,63	1,54
7	Ελάτη	25,09	25,94	0,97	25,08	25,75	0,66	1,50
8	Ερυθρελάτη	25,07	26,09	1,01	25,02	25,45	0,43	1,44

Πίνακας 11. Διόγκωση ξύλου (% όγκου ξύλου) σε ακετόνη.

α/α	Είδος ξύλου	Εφαπτομενική διόγκωση (%)	Ακτινική διόγκωση (%)	Ογκομετρική διόγκωση (%)
1	Οξιιά	5,8	2,40	8,2
2	Λεύκη	3,7	1,70	5,4
3	Καστανιά	2,9	2,2	5,1
4	Φράξος	4,8	2,5	7,3
5	Καρυδιά	4,0	1,3	5,3
6	Δασική πεύκη	3,6	2,5	6,1
7	Ελάτη	3,4	2,7	6,1
8	Ερυθρελάτη	4,1	1,7	5,8

Γράφημα 3. Ποσοστά διόγκωσης ξύλου σε ακετόνη.

Στους παραπάνω Πίνακες (10, 11), δίνονται τα αποτελέσματα (%) της διόγκωσης σε ακετόνη, οκτώ (8) διαφορετικών ειδών ξύλου.

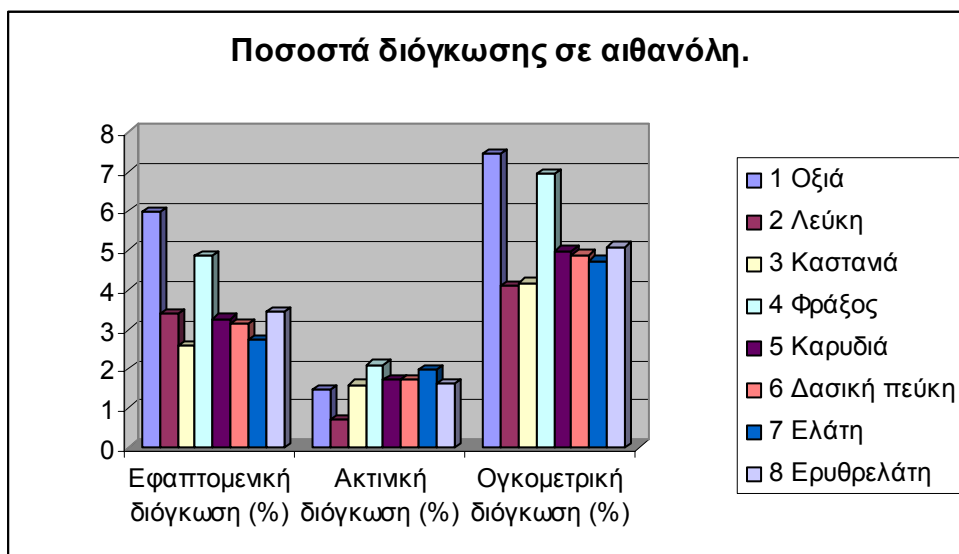
Τα είδη που παρουσίασαν τα μεγαλύτερα ποσοστά διόγκωσης στην ακετόνη ήταν η οξιά, με ποσοστό διόγκωσης 8,2% και ο φράξος με ποσοστό διόγκωσης 7,3%, σε αντίθεση με την καστανιά η οποία είχε την μικρότερη ογκομετρική διόγκωση (5,1%).

Πίνακας 12. Διόγκωση δειγμάτων σε αιθανόλη.

ΑΙΘΑΝΟΛΗ $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$								
α/α	Είδος ξύλου	Εφαπτομενική αρχικό	Εφαπτομενική τελικό	Εφαπτομενική διόγκωση	Ακτινική αρχικό	Ακτινική τελικό	Ακτινική διόγκωση	Ογκομετρική διόγκωση
1	Οξιά	25,12	26,62	1,49	25,12	25,49	0,37	1,86
2	Λεύκη	25,02	25,87	0,85	25,08	25,26	0,18	1,03
3	Καστανιά	24,88	25,52	0,64	24,91	25,31	0,39	1,03
4	Φράξος	25,15	26,37	0,96	25,13	25,66	0,53	1,74
5	Καρυδιά	25,07	25,89	0,81	25,06	25,49	0,42	1,24
6	Δασική πεύκη	25,07	25,86	0,78	25,15	25,59	0,44	1,23
7	Ελάτη	25,08	25,77	0,86	25,07	25,57	0,49	1,18
8	Ερυθρελάτη	25,15	26,02	0,87	25,07	25,48	0,40	1,27

Πίνακας 13. Διόγκωση ξύλου (% όγκου ξύλου) σε αιθανόλη.

α/α	Είδος ξύλου	Εφαπτομενική διόγκωση (%)	Ακτινική διόγκωση (%)	Ογκομετρική διόγκωση (%)
1	Οξιά	6,0	1,5	7,4
2	Λεύκη	3,4	0,7	4,1
3	Καστανιά	2,6	1,6	4,2
4	Φράξος	4,8	2,1	6,9
5	Καρυδιά	3,3	1,7	5,0
6	Δασική πεύκη	3,1	1,7	4,9
7	Ελάτη	2,7	2,0	4,7
8	Ερυθρελάτη	3,4	1,6	5,1

Γράφημα 4. Ποσοστά διόγκωσης ξύλου σε αιθανόλη.

Στους παραπάνω Πίνακες (12, 13), δίνονται τα αποτελέσματα (%) της διόγκωσης σε αιθανόλη, οκτώ (8) διαφορετικών ειδών ξύλου.

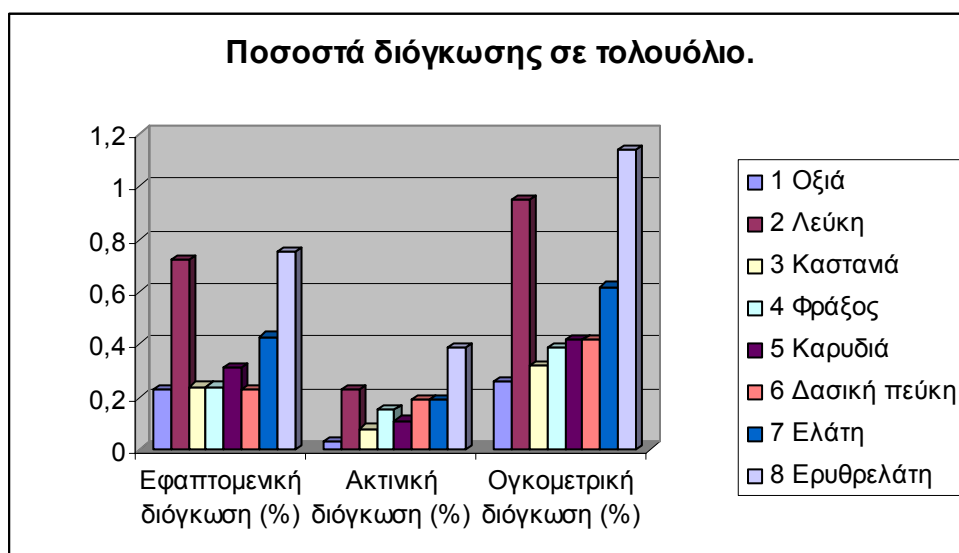
Τα είδη που παρουσίασαν τα μεγαλύτερα ποσοστά διόγκωσης στη αιθανόλη ήταν η οξιά, με ποσοστό διόγκωσης 7,4% και ο φράξος με ποσοστό διόγκωσης 6,9%, σε αντίθεση με την λεύκη η οποία είχε την μικρότερη ογκομετρική διόγκωση (4,1%).

Πίνακας 14. Διόγκωση δειγμάτων σε τολουόλιο.

ΤΟΛΟΥΟΛΙΟ $C_6H_5CH_3$								
α/α	Είδος ξύλου	Εφαπτομενική αρχικό	Εφαπτομενική τελικό	Εφαπτομενική διόγκωση	Ακτινική αρχικό	Ακτινική τελικό	Ακτινική διόγκωση	Ογκομετρική διόγκωση
1	Οξιά	25,13	25,19	0,06	25,13	25,14	0,00	0,07
2	Λεύκη	24,99	25,17	0,18	25,11	25,17	0,06	0,24
3	Καστανιά	24,92	24,98	0,05	24,95	24,97	0,01	0,07
4	Φράξος	25,13	25,21	0,08	25,16	25,20	0,02	0,10
5	Καρυδιά	25,06	25,14	0,07	25,08	25,11	0,02	0,10
6	Δασική πεύκη	25,18	25,25	0,07	25,13	25,16	0,03	0,10
7	Ελάτη	25,10	25,21	0,10	25,08	25,13	0,05	0,15
8	Ερυθρελάτη	25,15	25,34	0,18	25,17	25,27	0,09	0,28

Πίνακας 15. Διόγκωση ξύλου (% όγκου ξύλου) σε τολουόλιο.

α/α	Είδος ξύλου	Εφαπτομενική διόγκωση (%)	Ακτινική διόγκωση (%)	Ογκομετρική διόγκωση (%)
1	Οξιά	0,2	0,03	0,3
2	Λεύκη	0,7	0,2	0,9
3	Καστανιά	0,2	0,1	0,3
4	Φράξος	0,2	0,1	0,4
5	Καρυδιά	0,3	0,1	0,4
6	*Δασική πεύκη	0,2	0,2	0,4
7	Ελάτη	0,4	0,2	0,6
8	Ερυθρελάτη	0,7	0,4	1,1

Γράφημα 5. Ποσοστά διόγκωσης ξύλου σε τολουόλιο.

Στους παραπάνω Πίνακες (12, 13), δίνονται τα αποτελέσματα (%) της διόγκωσης σε τολουόλιο, οκτώ (8) διαφορετικών ειδών ξύλου.

Τα είδη που παρουσίασαν τα μεγαλύτερα ποσοστά διόγκωσης στο τολουόλιο ήταν η ερυθρελάτη με ποσοστό διόγκωσης 1,1% και η λεύκη με ποσοστό διόγκωσης 0,9%, ενώ γενικά όλα τα άλλα είδη διογκώθηκαν ελάχιστα.

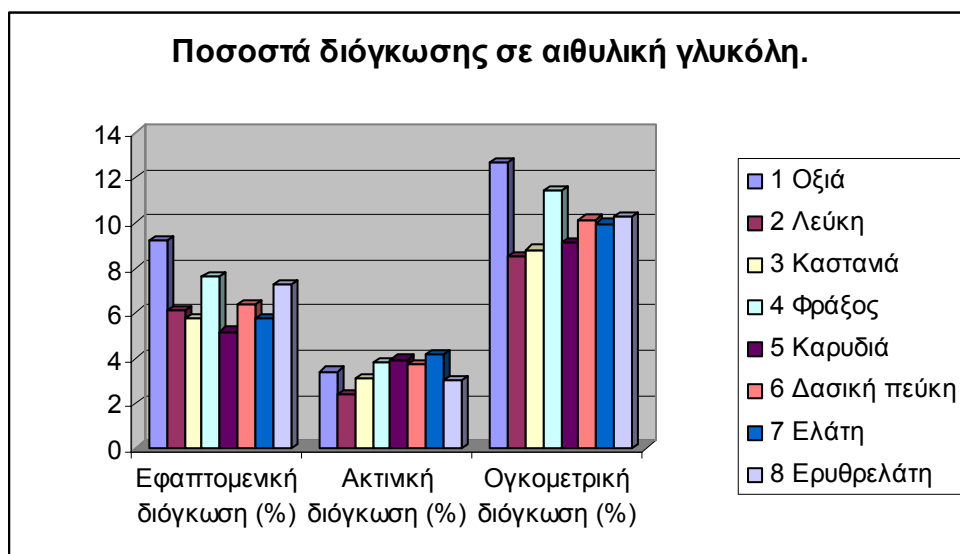
*Τα ποσοστά εφαπτομενικής και ακτινικής διόγκωσης στην δασική πεύκη είναι φαινομενικά ίδια για το λόγο ότι έχει γίνει στρογγυλοποίηση στα νούμερα. Η εφαπτομενική διόγκωση είναι 0,238% και η ακτινική 0,199%. (βλ. Πίνακα αποτελεσμάτων Π.5. στο παράρτημα)

Πίνακας 16. Διόγκωση δειγμάτων σε αιθυλενική γλυκόλη.

ΑΙΘΥΛΕΝΙΚΗ ΓΛΥΚΟΛΗ $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$								
α/α	Είδος ξύλου	Εφαπτομενική αρχικό	Εφαπτομενική τελικό	Εφαπτομενική διόγκωση	Ακτινική αρχικό	Ακτινική τελικό	Ακτινική διόγκωση	Ογκομετρική διόγκωση
1	Οξιά	25,13	27,45	2,32	25,12	25,98	0,86	3,18
2	Λεύκη	25,06	26,59	1,52	25,11	25,72	0,60	2,13
3	Καστανιά	24,88	26,31	1,42	24,97	25,74	0,77	2,19
4	Φράξος	25,15	27,08	1,93	25,14	26,10	0,96	2,89
5	Καρυδιά	25,08	26,38	1,30	25,07	26,06	0,98	2,28
6	Δασική πεύκη	25,11	26,72	1,60	25,18	26,12	0,94	2,55
7	Ελάτη	25,08	26,53	1,44	25,04	26,09	1,04	2,49
8	Ερυθρελάτη	25,22	27,06	1,83	25,17	25,93	0,75	2,59

Πίνακας 17. Διόγκωση ξύλου (% όγκου ξύλου) σε αιθυλενική γλυκόλη.

α/α	Είδος ξύλου	Εφαπτομενική διόγκωση (%)	Ακτινική διόγκωση (%)	Ογκομετρική διόγκωση (%)
1	Οξιά	9,2	3,4	12,6
2	Λεύκη	6,1	2,4	8,5
3	Καστανιά	5,7	3,1	8,8
4	Φράξος	7,6	3,8	11,4
5	Καρυδιά	5,2	3,9	9,1
6	Δασική πεύκη	6,4	3,7	10,1
7	Ελάτη	5,8	4,2	10,0
8	Ερυθρελάτη	7,3	3,0	10,3

Γράφημα 6. Ποσοστά διόγκωσης ξύλου σε αιθυλική γλυκόλη.

Στους παραπάνω Πίνακες (16, 17), δίνονται τα αποτελέσματα (%) της διόγκωσης σε αιθυλενική γλυκόλη, οκτώ (8) διαφορετικών ειδών ξύλου.

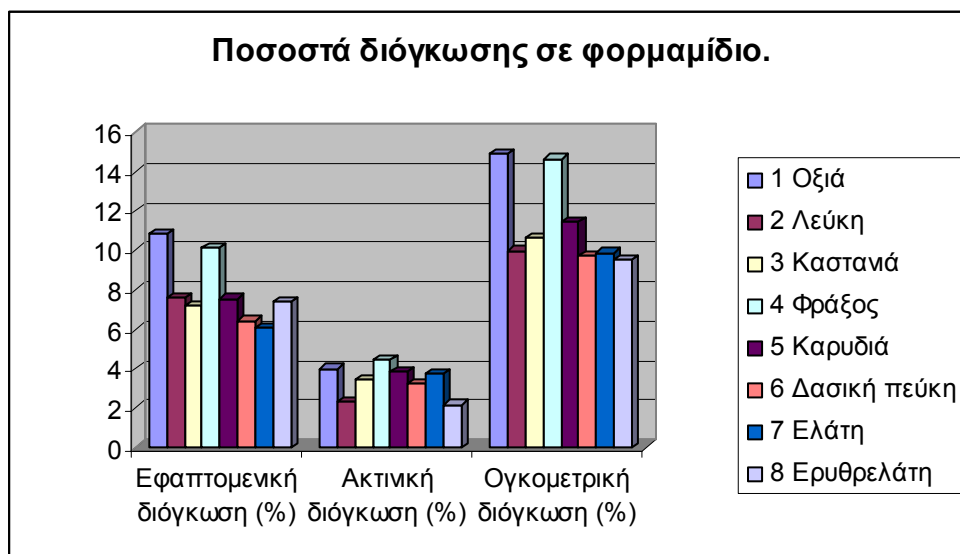
Τα είδη που παρουσίασαν τα μεγαλύτερα ποσοστά διόγκωσης στην αιθυλενική γλυκόλη ήταν η οξιά, με ποσοστό διόγκωσης 12,6% και ο φράξος με ποσοστό διόγκωσης 11,4%, σε αντίθεση με την λεύκη η οποία παρουσίασε την μικρότερη ογκομετρική διόγκωση (8,5%).

Πίνακας 18. Διόγκωση δειγμάτων σε φορμαμίδιο.

ΦΟΡΜΑΜΙΔΙΟ HCONH_2								
α/α	Είδος ξύλου	Εφαπτομενική αρχικό	Εφαπτομενική τελικό	Εφαπτομενική διόγκωση	Ακτινική αρχικό	Ακτινική τελικό	Ακτινική διόγκωση	Ογκομετρική διόγκωση
1	Οξιά	25,10	27,82	2,72	25,09	26,10	1,01	3,73
2	Λεύκη	25,03	26,94	1,90	25,11	25,70	0,59	2,50
3	Καστανιά	24,84	26,63	1,79	24,93	25,79	0,86	2,66
4	Φράξος	25,17	27,72	2,55	25,17	26,30	0,88	3,68
5	Καρυδιά	25,05	26,94	1,89	25,06	26,03	0,96	2,86
6	Δασική πεύκη	25,28	26,91	1,76	25,14	25,96	0,82	2,59
7	Ελάτη	25,08	26,61	1,53	25,08	26,03	0,94	2,47
8	Ερυθρελάτη	25,10	26,95	1,84	25,14	25,69	0,63	2,48

Πίνακας 19. Διόγκωση ξύλου (% όγκου ξύλου) σε φορμαμίδιο.

α/α	Είδος ξύλου	Εφαπτομενική διόγκωση (%)	Ακτινική διόγκωση (%)	Ογκομετρική διόγκωση (%)
1	Οξιά	10,8	4,0	14,8
2	Λεύκη	7,6	2,3	10,0
3	Καστανιά	7,2	3,4	10,6
4	Φράξος	10,1	4,5	14,6
5	Καρυδιά	7,5	3,9	11,4
6	Δασική πεύκη	6,4	3,3	9,7
7	Ελάτη	6,1	3,8	9,9
8	Ερυθρελάτη	7,4	2,2	9,5

Γράφημα 7. Ποσοστά διόγκωσης ξύλου σε φορμαμίδιο.

Στους παραπάνω Πίνακες (18, 19), δίνονται τα αποτελέσματα (%) της διόγκωσης σε φορμαμίδιο, οκτώ (8) διαφορετικών ειδών ξύλου.

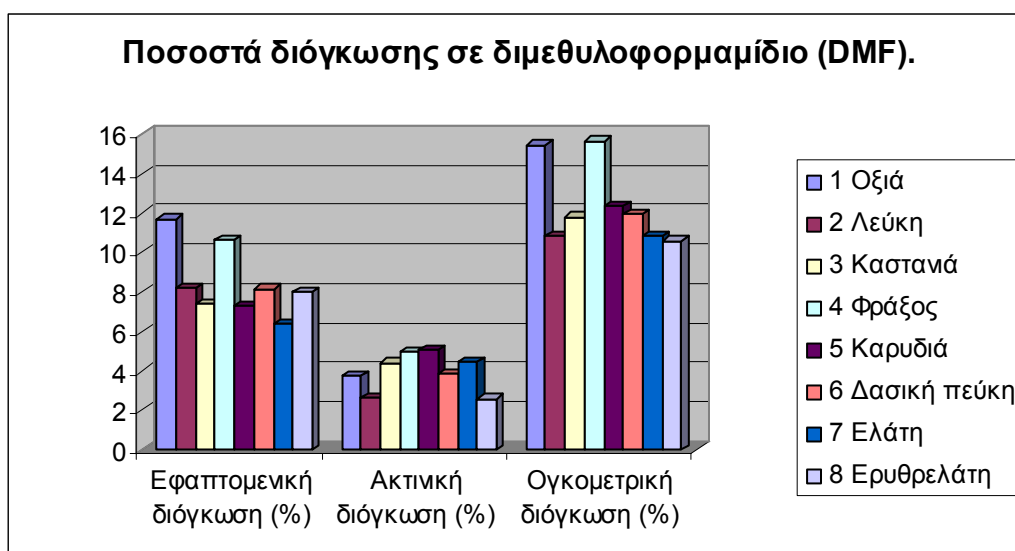
Τα είδη που παρουσίασαν τα μεγαλύτερα ποσοστά διόγκωσης στο φορμαμίδιο ήταν η οξιά, με ποσοστό διόγκωσης 14,8% και ο φράξος με ποσοστό διόγκωσης 14,6%, σε αντίθεση με την ερυθρελάτη η οποία είχε την μικρότερη ογκομετρική διόγκωση (9,5%).

Πίνακας 20. Διόγκωση δειγμάτων σε διμεθυλοφορμαμίδιο (DMF).

ΔΙΜΕΘΥΛΟΦΟΡΜΑΜΙΔΙΟ (DMF) $(CH_3)_2NOCH$								
a/a	Είδος ξύλου	Εφαπτομενική αρχικό	Εφαπτομενική τελικό	Εφαπτομενική διόγκωση	Ακτινική αρχικό	Ακτινική τελικό	Ακτινική διόγκωση	Ογκομετρική διόγκωση
1	Οξιά	25,12	28,06	2,94	25,11	26,05	0,94	3,88
2	Λεύκη	25,03	27,08	2,05	25,07	25,73	0,66	2,71
3	Καστανιά	24,87	26,71	1,84	24,90	26,00	1,09	2,93
4	Φράξος	25,13	27,81	2,67	25,09	26,34	1,25	3,93
5	Καρυδιά	25,06	26,89	1,82	25,06	26,33	1,27	3,09
6	Δασική πεύκη	25,10	27,15	2,05	25,13	26,09	0,96	3,01
7	Ελάτη	25,09	26,78	1,68	25,07	26,19	1,12	2,80
8	Ερυθρελάτη	25,13	27,14	2,02	25,05	25,70	0,65	2,66

Πίνακας 21. Διόγκωση ξύλου (% όγκου ξύλου) σε διμεθυλοφορμαμίδιο.

α/α	Είδος ξύλου	Εφαπτομενική διόγκωση (%)	Ακτινική διόγκωση (%)	Ογκομετρική διόγκωση (%)
1	Οξιά	11,7	3,7	15,4
2	Λεύκη	8,2	2,6	10,8
3	Καστανιά	7,4	4,4	11,8
4	Φράξος	10,6	5,0	15,6
5	Καρυδιά	7,3	5,1	12,4
6	Δασική πεύκη	8,2	3,8	12,0
7	Ελάτη	6,4	4,5	10,8
8	Ερυθρελάτη	8,0	2,6	10,6

Γράφημα 8. Ποσοστά διόγκωσης ξύλου σε διμεθυλοφορμαμίδιο (DMF).

Στους παραπάνω Πίνακες (20, 21), δίνονται τα αποτελέσματα (%) της διόγκωσης σε διμεθυλοφορμαμίδιο, οκτώ (8) διαφορετικών ειδών ξύλου.

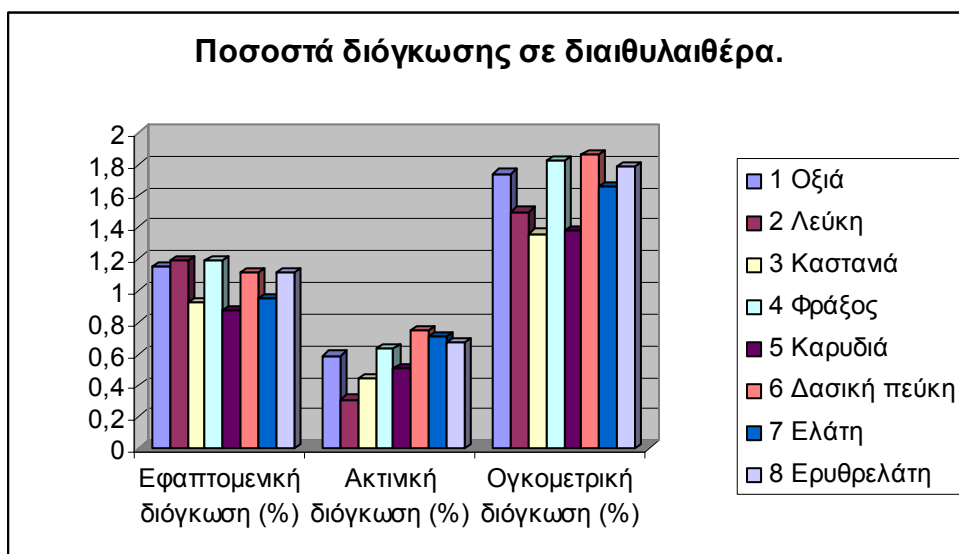
Τα είδη που παρουσίασαν τα μεγαλύτερα ποσοστά διόγκωσης στο διμεθυλοφορμαμίδιο ήταν ο φράξος με ποσοστό διόγκωσης 15,6% και η οξιά με ποσοστό διόγκωσης 15,4%, σε αντίθεση με την λεύκη (10,8%) και την ερυθρελάτη (10,6) οι οποίες παρουσίασαν την μικρότερη διόγκωση.

Πίνακας 22. Διόγκωση δειγμάτων σε διαιθυλαιθέρα.

ΔΙΑΙΘΥΛΑΙΘΕΡΑΣ (C ₂ H ₅) ₂ O								
α/α	Είδος ξύλου	Εφαπτομενική αρχικό	Εφαπτομενική τελικό	Εφαπτομενική διόγκωση	Ακτινική αρχικό	Ακτινική τελικό	Ακτινική διόγκωση	Ογκομετρική διόγκωση
1	Οξιά	25,11	25,40	0,29	25,11	25,26	0,14	0,44
2	Λεύκη	25,02	25,32	0,30	25,11	25,19	0,13	0,43
3	Καστανιά	24,89	25,12	0,22	24,94	25,05	0,11	0,34
4	Φράξος	25,14	25,44	0,30	25,12	25,28	0,16	0,47
5	Καρυδιά	25,06	25,28	0,22	25,09	25,22	0,12	0,35
6	Δασική πεύκη	25,07	25,35	0,28	25,12	25,31	0,19	0,47
7	Ελάτη	25,10	25,34	0,23	25,06	25,24	0,18	0,41
8	Ερυθρελάτη	25,10	25,38	0,28	25,10	25,27	0,17	0,45

Πίνακας 23. Διόγκωση ξύλου (% όγκου ξύλου) σε διαιθυλαιθέρα.

α/α	Είδος ξύλου	Εφαπτομενική διόγκωση (%)	Ακτινική διόγκωση (%)	Ογκομετρική διόγκωση (%)
1	Οξιά	1,1	0,6	1,7
2	Λεύκη	1,2	0,3	1,5
3	Καστανιά	0,9	0,4	1,4
4	Φράξος	1,2	0,6	1,8
5	Καρυδιά	0,9	0,5	1,4
6	Δασική πεύκη	1,1	0,7	1,9
7	Ελάτη	0,9	0,7	1,7
8	Ερυθρελάτη	1,1	0,7	1,8

Γράφημα 9. Ποσοστά διόγκωσης ξύλου σε διαιθυλαιθέρα.

Στους παραπάνω Πίνακες (22, 23), δίνονται τα αποτελέσματα (%) της διόγκωσης σε διαιθυλαιθέρα, οκτώ (8) διαφορετικών ειδών ξύλου.

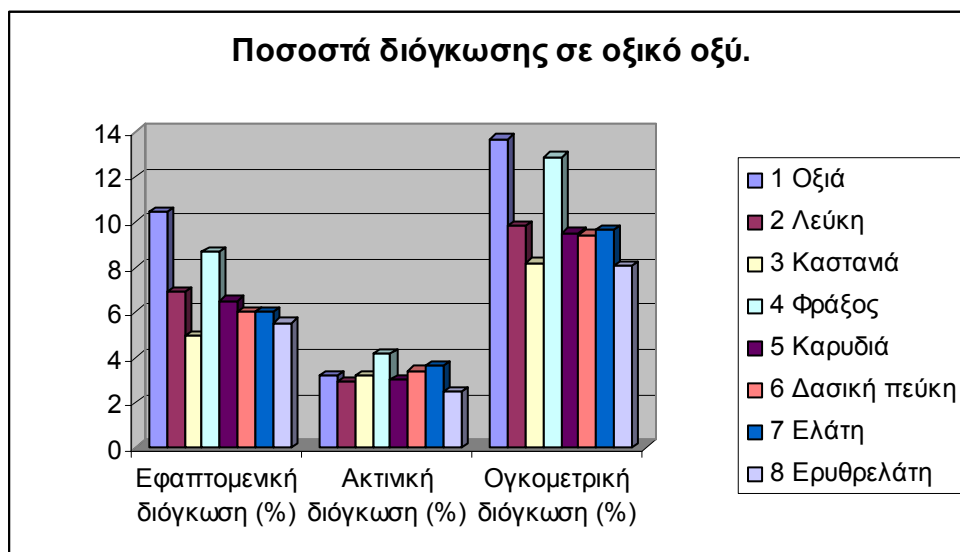
Τα είδη που παρουσίασαν τα μεγαλύτερα ποσοστά διόγκωσης στο διαιθυλαιθέρα ήταν η δασική πεύκη, με ποσοστό διόγκωσης 1,9% και ο φράξος με ποσοστό διόγκωσης 1,8%, σε αντίθεση με την καστανιά (1,4%) και την καρυδιά (1,4%) οι οποίες είχαν τα μικρότερα ποσοστά διόγκωσης.

Πίνακας 24. Διόγκωση δειγμάτων σε οξικό οξύ.

ΟΞΙΚΟ ΟΞΥ CH_3COOH								
α/α	Είδος ξύλου	Εφαπτομενική αρχικό	Εφαπτομενική τελικό	Εφαπτομενική διόγκωση	Ακτινική αρχικό	Ακτινική τελικό	Ακτινική διόγκωση	Ογκομετρική διόγκωση
1	Οξιά	25,10	27,73	2,63	25,10	25,91	0,81	3,44
2	Λεύκη	25,01	26,74	1,72	25,06	25,80	0,74	2,47
3	Καστανιά	24,89	26,13	1,24	24,92	25,72	0,79	2,04
4	Φράξος	25,13	27,32	2,19	25,14	26,19	1,05	3,24
5	Καρυδιά	25,06	26,69	1,62	25,07	25,83	0,76	2,38
6	Δασική πεύκη	25,08	26,60	1,52	25,13	25,99	0,86	2,38
7	Ελάτη	25,14	26,65	1,58	25,11	26,03	0,92	2,50
8	Ερυθρελάτη	25,11	26,50	1,38	25,06	25,69	0,63	2,01

Πίνακας 25. Διόγκωση ξύλου (% όγκου ξύλου) σε οξικό οξύ.

α/α	Είδος ξύλου	Εφαπτομενική διόγκωση (%)	Ακτινική διόγκωση (%)	Ογκομετρική διόγκωση (%)
1	Οξιά	10,5	3,2	13,7
2	Λεύκη	6,9	2,9	9,8
3	Καστανιά	5,0	3,2	8,2
4	Φράξος	8,7	4,2	12,9
5	Καρυδιά	6,5	3,0	9,5
6	Δασική πεύκη	6,0	3,4	9,4
7	Ελάτη	6,0	3,7	9,7
8	Ερυθρελάτη	5,5	2,5	8,0

Γράφημα 10. Ποσοστά διόγκωσης ξύλου σε οξικό οξύ.

Στους παραπάνω Πίνακες (24, 25), δίνονται τα αποτελέσματα (%) της διόγκωσης σε οξικό οξύ, οκτώ (8) διαφορετικών ειδών ξύλου.

Τα είδη που παρουσίασαν τη μεγαλύτερη διόγκωση στο οξικό οξύ ήταν η οξιά με ποσοστό 13,7%, και ο φράξος με ποσοστό διόγκωσης 12,9%, σε αντίθεση με την ερυθρελάτη η οποία παρουσίασε ογκομετρική διόγκωση 8,0%.

Πίνακας 26. Διόγκωση δειγμάτων σε αιθανόλη 30% και νερό 70%.

ΔΑΣΙΚΗ ΠΕΥΚΗ								
α/α	Είδος ξύλου	Εφαπτομενική αρχικό	Εφαπτομενική τελικό	Εφαπτομενική διόγκωση	Ακτινική αρχικό	Ακτινική τελικό	Ακτινική διόγκωση	Ογκομετρική διόγκωση
1	Δασική πεύκη	24,93	26,67	1,73	25,02	25,98	0,96	2,69

Πίνακας 27. Διόγκωση δειγμάτων σε αιθανόλη 60% και νερό 40%.

ΔΑΣΙΚΗ ΠΕΥΚΗ								
	Είδος ξύλου	Εφαπτομενική αρχικό	Εφαπτομενική τελικό	Εφαπτομενική διόγκωση	Ακτινική αρχικό	Ακτινική τελικό	Ακτινική διόγκωση	Ογκομετρική διόγκωση
1	Δασική πεύκη	24,94	26,66	1,71	25,03	25,99	0,96	2,68

Πίνακας 28. Διόγκωση δειγμάτων σε ακετόνη 30% και νερό 70%.

ΔΑΣΙΚΗ ΠΕΥΚΗ								
α/α	Είδος ξύλου	Εφαπτομενική αρχικό	Εφαπτομενική τελικό	Εφαπτομενική διόγκωση	Ακτινική αρχικό	Ακτινική τελικό	Ακτινική διόγκωση	Ογκομετρική διόγκωση
1	Δασική πεύκη	24,89	26,66	1,77	25,01	26,04	1,03	2,80

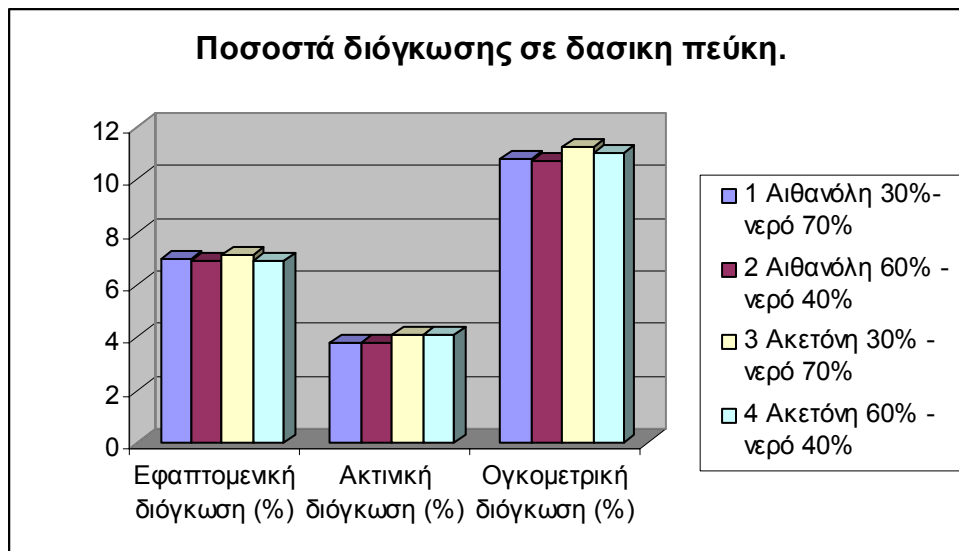
Πίνακας 29. Διόγκωση δειγμάτων σε ακετόνη 60% και νερό 40%.

ΔΑΣΙΚΗ ΠΕΥΚΗ								
α/α	Είδος ξύλου	Εφαπτομενική αρχικό	Εφαπτομενική τελικό	Εφαπτομενική διόγκωση	Ακτινική αρχικό	Ακτινική τελικό	Ακτινική διόγκωση	Ογκομετρική διόγκωση
1	Δασική πεύκη	24,92	26,65	1,72	25,02	26,04	1,02	2,75

Πίνακας 30. Διόγκωση ξύλου δασικής πεύκης (% όγκου ξύλου) σε διαφορετικές αναλογίες αιθανόλης και ακετόνης σε μίξη με νερό.

ΔΑΣΙΚΗ ΠΕΥΚΗ				
A/A	Διαλύτης	Εφαπτομενική διόγκωση (%)	Ακτινική διόγκωση (%)	Ογκομετρική διόγκωση (%)
1	Αιθανόλη 30%-νερό 70%	7,0	3,8	10,8
2	Αιθανόλη 60% - νερό 40%	6,9	3,8	10,7
3	Ακετόνη 30% - νερό 70%	7,1	4,1	11,2
4	Ακετόνη 60% - νερό 40%	6,9	4,1	11,0

Γράφημα 10. Ποσοστά διόγκωσης ξύλου δασικής πεύκης σε διαφορετικές αναλογίες αιθανόλης και ακετόνης σε μίξη με νερό.



Στους παραπάνω πίνακες (26, 27, 28, 29, 30), δίνονται τα αποτελέσματα (%) της διόγκωσης δειγμάτων δασικής πεύκης σε δυο διαφορετικές αναλογίες αιθανόλης και ακετόνης με νερό.

Από τους παραπάνω πίνακες διαπιστώνεται ότι η ογκομετρική διόγκωση ξύλου δασικής πεύκης στα διαλύματα αιθανόλης / νερού (30:70 και 60:40) ήταν περίπου ίδια, περίπου 10,7%. Παρόμοια αποτελέσματα βρέθηκαν και για τα διαλύματα ακετόνης / νερού, με ογκομετρική διόγκωση μεταξύ 11,0 και 11,2%.

Κεφάλαιο

5^ο

5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ και ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα είδη ξύλου που παρουσίασαν τα μεγαλύτερα ποσοστά διόγκωσης, σε νερό αλλά και χημικά αντιδραστήρια ήταν η οξιά και ο φράξος, ενώ τα είδη που παρουσίασαν τα μικρότερα ποσοστά διόγκωσης ήταν η ερυθρελάτη, η λεύκη και η καστανιά. Επίσης τα αντιδραστήρια που προκάλεσαν τη μεγαλύτερη διόγκωση, σε σχέση με το νερό, ήταν η αιθυλενική γλυκόλη, το φορμαμίδιο, το διμεθυλοφορμαμίδιο και το οξικό οξύ, ενώ τα αντιδραστήρια που προκάλεσαν τη μικρότερη διόγκωση, ήταν το τολουόλιο και ο διαιθυλαιθέρας. Όσον αφορά το τολουόλιο, η διόγκωση του ξύλου ήταν αμελητέα στο συγκεκριμένο αντιδραστήριο.

Στον Πίνακα 31 φαίνεται η διογκωτική συμπεριφορά που παρουσίασε το κάθε είδος ξύλου αναφορικά με το κάθε χημικό αντιδραστήριο.

Πίνακας 31. Ογκομετρική διόγκωση ξύλου (% όγκου ξύλου) σε χημικά αντιδραστήρια και νερό.

A/A	Αντιδραστήριο	Οξιά	Λεύκη	Καστανιά	Φράξος	Καρυδιά	Δασική πέυκη	Ελάτη	Ερυθρελάτη
1	Νερό	12,2	8,0	8,5	11,6	8,7	9,2	8,2	7,8
2	Μεθανόλη	10,7	6,9	7,5	10,5	8,3	7,7	7,3	7,4
3	Ακετόνη	8,2	5,4	5,1	7,3	5,3	6,1	6,1	5,8
4	Αιθανόλη	7,4	4,1	4,2	6,9	5,0	4,9	4,7	5,1
5	Τολουόλιο	0,3	0,9	0,3	0,4	0,4	0,4	0,6	1,1
6	Αιθυλενική γλυκόλη	12,6	8,5	8,8	11,4	9,1	10,1	10,0	10,3
7	Φορμαμίδιο	14,8	10,0	10,6	14,6	11,4	9,7	9,9	9,5
8	Διμεθυλοφορμαμίδιο	15,4	10,8	11,8	15,6	12,4	12,0	10,8	10,6
9	Διαιθυλαιθέρας	1,7	1,5	1,4	1,8	1,4	1,9	1,7	1,8
10	Οξικό οξύ	13,7	9,9	8,2	12,9	9,5	9,4	9,7	8,0
11	Αιθανόλη 30%-νερό 70%	----	----	----	----	----	10,8	----	----
12	Αιθανόλη 60% - νερό 40%	----	----	----	----	----	10,7	----	----
13	Ακετόνη 30% - νερό 70%	----	----	----	----	----	11,2	----	----
14	Ακετόνη 60% - νερό 40%	----	----	----	----	----	11,0	----	----

Ακολουθεί σύγκριση της διόγκωσης ξύλου σε εννέα (9) αντιδραστήρια σε σχέση με το νερό.

Η οξιά, είναι διασπορόπορο, πλατύφυλλο είδος με μέση πυκνότητα $0,64-0,66 \text{ g/cm}^3$.

Αντιδραστήρια όπως το διμεθυλοφορμαμίδιο (DMF), το φορμαμίδιο, το οξικό οξύ και η αιθυλενική γλυκόλη, την διογκώνουν περισσότερο από ότι το νερό, ενώ αντιδραστήρια όπως η μεθανόλη, η ακετόνη, η αιθανόλη, ο διαιθυλαιθέρας και το τολουόλιο, παρουσιάζουν μικρότερη διογκωτική ικανότητα από το νερό.

Η λεύκη είναι διασπορόπορο πλατύφυλλο, με μέση πυκνότητα $0,44-0,45 \text{ g/cm}^3$. Αντιδραστήρια όπως το διμεθυλοφορμαμίδιο (DMF), το φορμαμίδιο, το οξικό οξύ και η αιθυλενική γλυκόλη, την διογκώνουν περισσότερο από ότι το νερό, ενώ αντιδραστήρια όπως η μεθανόλη, η ακετόνη, η αιθανόλη, ο διαιθυλαιθέρας και το τολουόλιο, παρουσιάζουν μικρότερη διογκωτική ικανότητα από το νερό.

Η καστανιά είναι δακτυλιόπορο πλατύφυλλο με μέση πυκνότητα $0,56-0,58 \text{ g/cm}^3$. Αντιδραστήρια όπως το διμεθυλοφορμαμίδιο (DMF), το φορμαμίδιο και η αιθυλενική γλυκόλη, την διογκώνουν περισσότερο από ότι το νερό, ενώ αντιδραστήρια όπως το οξικό οξύ, η μεθανόλη, η ακετόνη, η αιθανόλη, ο διαιθυλαιθέρας και το τολουόλιο, παρουσιάζουν μικρότερη διογκωτική ικανότητα από το νερό.

Ο φράξος είναι δακτυλιόπορο πλατύφυλλο, με μέση πυκνότητα $0,63-0,64 \text{ g/cm}^3$. Αντιδραστήρια όπως το διμεθυλοφορμαμίδιο (DMF), το φορμαμίδιο και το οξικό οξύ, τον διογκώνουν περισσότερο από το νερό, σε αντίθεση με την αιθυλενική γλυκόλη, τη μεθανόλη, την ακετόνη, την αιθανόλη, το διαιθυλαιθέρα και το τολουόλιο, που παρουσιάζουν μικρότερη διογκωτική ικανότητα από το νερό.

Η καρυδιά είναι ημιδιασπορόπορο πλατύφυλλο, με μέση πυκνότητα $0,66-0,67 \text{ g/cm}^3$. Αντιδραστήρια όπως το διμεθυλοφορμαμίδιο (DMF), το φορμαμίδιο, το οξικό οξύ και η αιθυλενική γλυκόλη, την διογκώνουν περισσότερο από ότι το

νερό, ενώ αντιδραστήρια όπως η μεθανόλη, η ακετόνη, η αιθανόλη, ο διαιθυλαιθέρας και το τολουόλιο, παρουσιάζουν μικρότερη διογκωτική ικανότητα από το νερό.

Η δασική πεύκη είναι κωνοφόρο, με μέση πυκνότητα $0,48-0,51 \text{ g/cm}^3$. Αντιδραστήρια όπως το διμεθυλοφορμαμίδιο (DMF), η αιθυλενική γλυκόλη, το φορμαμίδιο και το οξικό οξύ, τη διογκώνουν περισσότερο από το νερό, σε αντίθεση με τη μεθανόλη, την ακετόνη, την αιθανόλη, το διαιθυλαιθέρα και το τολουόλιο, που τη διογκώνουν λιγότερο. Ο συνδυασμός όμως, αντιδραστηρίων (π.χ. ακετόνη, αιθανόλη) με μικρή διογκωτική ικανότητα σε σχέση με το νερό, με αυτό, αυξάνουν την διογκωτική ικανότητά του.

Η ελάτη είναι κωνοφόρο με μέση πυκνότητα $0,47-0,48 \text{ g/cm}^3$. Αντιδραστήρια όπως το διμεθυλοφορμαμίδιο (DMF), η αιθυλενική γλυκόλη, το φορμαμίδιο και το οξικό οξύ, τη διογκώνουν περισσότερο από το νερό, σε αντίθεση με τη μεθανόλη, την ακετόνη, την αιθανόλη, το διαιθυλαιθέρα και το τολουόλιο, που τη διογκώνουν λιγότερο.

Η ερυθρελάτη είναι κωνοφόρο, με μέση πυκνότητα $0,34-0,40 \text{ g/cm}^3$. Αντιδραστήρια όπως το διμεθυλοφορμαμίδιο (DMF), η αιθυλενική γλυκόλη, το φορμαμίδιο και το οξικό οξύ, τη διογκώνουν περισσότερο από το νερό, σε αντίθεση με τη μεθανόλη, την ακετόνη, την αιθανόλη, το διαιθυλαιθέρα και το τολουόλιο, που τη διογκώνουν λιγότερο.

Γενικά, τα είδη που διογκώνονται περισσότερο σε νερό αλλά και χημικά αντιδραστήρια, είναι η οξιά και ο φράξος, σε αντίθεση με την ελάτη και την ερυθρελάτη, οι οποίες διογκώνονται λιγότερο, δηλαδή, τα πλατύφυλλα είδη, με μεγαλύτερη πυκνότητα, διογκώνονται περισσότερο από τα κωνοφόρα με μικρότερη πυκνότητα.

Χημικά αντιδραστήρια όπως το διμεθυλοφορμαμίδιο (DMF), το φορμαμίδιο, η αιθυλενική γλυκόλη και το οξικό οξύ, προκαλούν μεγαλύτερη διόγκωση από ότι το νερό. Ορισμένα αντιδραστήρια όμως, όπως η ακετόνη και η αιθανόλη, που έχουν μικρότερη διογκωτική ικανότητα από το νερό, σε μίξη με αυτό, αυξάνουν τη διογκωτική του ικανότητα σημαντικά.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Φιλίππου Ι. (1986). *Χημική Τεχνολογία του Ξύλου*, ΑΠΘ.
2. Τσουμής Γ. Θ. *Επιστήμη και Τεχνολογία του Ξύλου*, ΑΠΘ.
3. Μαντάνης Γ. (2004). *Εισαγωγή στη Δομή του Ξύλου*. ΤΕΙ Λάρισας.
4. Μαντάνης Γ. (2003) *Εισαγωγή στις Ιδιότητες του Ξύλου*. ΤΕΙ Λάρισας.
5. G.I. Mantanis, R. A. Young and R. M. Rowell (1994). *Swelling of wood, Part 1. Swelling in water*, Madison, USA.
6. G.I. Mantanis, R. A. Young and R. M. Rowell (1994). *Swelling of wood, Part 2. Swelling in Organic Liquids*, Madison, USA.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΠΙΝΑΚΑΣ Π.1.

ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΟ: ΝΕΡΟ, H ₂ O									
			Έναρξη: ημερομηνία: 30-11-2005, ώρα: 11:38						
			Λήξη: ημερομηνία: 9-3-2006, ώρα: 11:38						
α/α	είδος	αριθμός	εφαπτ.Α	εφαπτ.Τ.	Δ.εφαπτ.	ακτ.Α.	ακτ.Τ.	Δ. ακτ.	ολική Δ.
1	Οξιά	17	25,11	27,43	2,32	25,1	25,9	0,8	3,12
2	Οξιά	24	25,13	27,29	2,16	25,1	25,9	0,8	2,96
3	Οξιά	16	25,09	27,41	2,32	25,11	25,9	0,79	3,11
4	Οξιά	1	25,09	27,39	2,3	25,09	25,94	0,85	3,15
5	Οξιά	45	25,2	27,32	2,12	25,12	26,07	0,95	3,07
6	Λεύκη	33	25,04	26,52	1,48	25,04	25,82	0,78	2,26
7	Λεύκη	20	25,11	26,5	1,39	25,1	25,7	0,6	1,99
8	Λεύκη	24	25,02	26,62	1,6	25,08	25,71	0,63	2,23
9	Λεύκη	18	25,1	26,52	1,42	25	25,69	0,69	2,11
10	Λεύκη	35	25	26,45	1,45	25,06	25,76	0,7	2,15
11	Καστανιά	48	24,88	26,22	1,34	24,95	25,73	0,78	2,12
12	Καστανιά	39	24,86	26,23	1,37	24,93	25,76	0,83	2,2
13	Καστανιά	59	24,85	26,14	1,29	24,98	25,84	0,86	2,15
14	Καστανιά	35	24,87	26,28	1,41	24,93	25,7	0,77	2,18
15	Καστανιά	58	24,92	26,07	1,15	24,92	25,8	0,88	2,03
16	Φράξος	11	25,16	27,12	1,96	25,16	26,18	1,02	2,98
17	Φράξος	6	25,19	27,02	1,83	25,13	26,14	1,01	2,84
18	Φράξος	20	25,18	27,19	2,01	25,16	26,18	1,02	3,03
19	Φράξος	28	25,17	27,17	2	25,17	26,13	0,96	2,96
20	Φράξος	30	25,17	27,13	1,96	25,14	26,1	0,96	2,92
21	Καρυδιά	2	25,06	26,47	1,41	25,11	25,86	0,75	2,16
22	Καρυδιά	14	25,05	26,49	1,44	25,06	25,76	0,7	2,14
23	Καρυδιά	24	25,11	26,52	1,41	25,09	25,79	0,7	2,11
24	Καρυδιά	26	25,07	26,57	1,5	25,08	25,83	0,75	2,25
25	Καρυδιά	45	25,08	26,33	1,25	25,08	26,27	1,19	2,44
26	Δασική Πεύκη	14	25,1	26,55	1,45	25,08	25,9	0,82	2,27
27	Δασική Πεύκη	18	25,05	26,49	1,44	25,1	25,95	0,85	2,29
28	Δασική Πεύκη	25	25,15	26,64	1,49	25,11	26	0,89	2,38
29	Δασική Πεύκη	26	25,07	26,51	1,44	25,1	26,03	0,93	2,37
30	Δασική Πεύκη	48	25,03	26,53	1,5	25,12	25,95	0,83	2,33
31	Ελάτη	49	25,1	26,27	1,17	25,06	25,97	0,91	2,08
32	Ελάτη	16	25,13	26,16	1,03	25,08	25,99	0,91	1,94
33	Ελάτη	46	25,09	26,2	1,11	25,08	25,99	0,91	2,02
34	Ελάτη	43	25,11	26,16	1,05	25,07	26,04	0,97	2,02

35	Ελάτη	61	25,08	26,66	1,58	25,07	25,8	0,73	2,31
36	Ερυθρελάτη	3	25,16	26,46	1,3	25,07	25,74	0,67	1,97
37	Ερυθρελάτη	17	25,1	26,52	1,42	25,09	25,78	0,69	2,11
38	Ερυθρελάτη	42	25,22	26,9	1,68	25,18	25,84	0,66	2,34
39	Ερυθρελάτη	8	25,08	26,1	1,02	25,1	25,53	0,43	1,45
40	Ερυθρελάτη	46	25,16	26,6	1,44	25,1	25,7	0,6	2,04

ΠΙΝΑΚΑΣ Π.2.

ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΟ: ΜΕΘΑΝΟΛΗ CH ₃ OH									
Έναρξη: ημερομηνία: 01-12-2005, ώρα: 14:30									
Λήξη: ημερομηνία: 11-3-2006, ώρα: 14:30									
α/α	είδος	αριθμός	εφαπτ.Α	εφαπτ.Τ.	Δ.εφαπτ.	ακτ.Α.	ακτ.Τ.	Δ. ακτ.	ολική Δ.
1	Οξιιά	39	25,16	27,14	1,98	25,28	25,91	0,63	2,61
2	Οξιιά	3	25,12	27,23	2,11	25,11	25,81	0,7	2,81
3	Οξιιά	26	25,14	27,1	1,96	25,18	25,78	0,6	2,56
4	Οξιιά	46	25,17	27,09	1,92	25,09	25,85	0,76	2,68
5	Οξιιά	19	25,12	27,19	2,07	25,13	25,84	0,71	2,78
6	Λεύκη	13	25,11	26,3	1,19	25,23	25,63	0,4	1,59
7	Λεύκη	49	25,02	26,37	1,35	25,04	25,55	0,51	1,86
8	Λεύκη	26	25,06	26,33	1,27	25,11	25,61	0,5	1,77
9	Λεύκη	3	25	26,21	1,21	25	25,5	0,5	1,71
10	Λεύκη	25	25,06	26,34	1,28	25,07	25,54	0,47	1,75
11	Καστανιά	45	24,86	26,01	1,15	24,91	25,62	0,71	1,86
12	Καστανιά	10	24,87	26,01	1,14	24,91	25,72	0,81	1,95
13	Καστανιά	55	24,88	25,99	1,11	24,91	25,71	0,8	1,91
14	Καστανιά	43	24,86	26,02	1,16	24,94	25,6	0,66	1,82
15	Καστανιά	47	24,91	26,03	1,12	24,9	25,62	0,72	1,84
16	Φράξος	19	25,19	26,92	1,73	25,17	26,06	0,89	2,62
17	Φράξος	1	25,18	26,83	1,65	25,1	26,02	0,92	2,57
18	Φράξος	14	25,16	26,87	1,71	25,19	26,02	0,83	2,54
19	Φράξος	18	25,19	26,94	1,75	25,14	26,1	0,96	2,71
20	Φράξος	37	25,17	26,99	1,82	25,23	26,14	0,91	2,73
21	Καρυδιά	32	25,08	26,29	1,21	25,07	25,95	0,88	2,09
22	Καρυδιά	34	25,06	26,29	1,23	25,11	26,06	0,95	2,18
23	Καρυδιά	5	25,05	26,41	1,36	25,08	25,76	0,68	2,04
24	Καρυδιά	17	25,06	26,45	1,39	25,02	25,59	0,57	1,96
25	Καρυδιά	47	25,07	26,25	1,18	25,07	26,07	1	2,18
26	Δασική Πεύκη	20	25,06	26,4	1,34	25,22	25,95	0,73	2,07
27	Δασική Πεύκη	49	25,16	26,38	1,22	25,23	25,91	0,68	1,9
28	Δασική Πεύκη	46	25,1	26,36	1,26	25,19	25,8	0,61	1,87
29	Δασική Πεύκη	37	25,16	26,39	1,23	25,18	25,88	0,7	1,93
30	Δασική	7	25,12	26,3	1,18	25,15	25,91	0,76	1,94

	Πεύκη								
31	Ελάτη	44	25,11	26,04	0,93	25,08	25,91	0,83	1,76
32	Ελάτη	58	25,07	26,54	1,47	25,15	25,8	0,65	2,12
33	Ελάτη	62	25,11	26,42	1,31	25,07	25,66	0,59	1,9
34	Ελάτη	6	25,09	26,03	0,94	25,09	25,86	0,77	1,71
35	Ελάτη	21	25,11	26,05	0,94	25,07	25,87	0,8	1,74
36	Ερυθρελάτη	35	25,26	26,71	1,45	25,19	25,83	0,64	2,09
37	Ερυθρελάτη	41	25,06	26,41	1,35	25,18	25,64	0,46	1,81
38	Ερυθρελάτη	49	25,06	25,98	0,92	25,04	25,39	0,35	1,27
39	Ερυθρελάτη	4	25,21	26,65	1,44	25,15	25,71	0,56	2
40	Ερυθρελάτη	9	25,24	26,68	1,44	25,14	25,83	0,69	2,13

ΠΙΝΑΚΑΣ Π.3.

ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΟ: ΑΚΕΤΟΝΗ C ₂ H ₆ O									
			Έναρξη: ημερομηνία: 05-12-2005, ώρα: 11:45						
			Λήξη: ημερομηνία: 15-3-2006, ώρα: 11:45						
α/α	είδος	αριθμός	εφαπτ.Α	εφαπτ.Τ.	Δ.εφαπτ.	ακτ.Α.	ακτ.Τ.	Δ. ακτ.	ολική Δ.
1	Οξιά	49	25,12	26,76	1,64	25,13	25,81	0,68	2,32
2	Οξιά	28	25,12	26,56	1,44	25,1	25,65	0,55	1,99
3	Οξιά	8	25,12	26,69	1,57	25,13	25,62	0,49	2,06
4	Οξιά	29	25,11	26,62	1,51	25,13	25,65	0,52	2,03
5	Οξιά	52	25,1	26,29	1,19	25,04	25,89	0,85	2,04
6	Λεύκη	5	24,96	26,06	1,1	25,08	25,5	0,42	1,52
7	Λεύκη	41	25,02	25,8	0,78	25,03	25,42	0,39	1,17
8	Λεύκη	14	25	25,93	0,93	25,08	25,53	0,45	1,38
9	Λεύκη	40	25	25,94	0,94	25,1	25,58	0,48	1,42
10	Λεύκη	19	25,03	25,92	0,89	25,08	25,52	0,44	1,33
11	Καστανιά	9	24,92	25,65	0,73	24,95	25,53	0,58	1,31
12	Καστανιά	27	24,9	25,55	0,65	24,92	25,57	0,65	1,3
13	Καστανιά	2	24,93	25,65	0,72	24,9	25,45	0,55	1,27
14	Καστανιά	61	25	25,73	0,73	25,03	25,52	0,49	1,22
15	Καστανιά	65	24,86	25,66	0,8	24,96	25,43	0,47	1,27
16	Φράξος	49	25,14	26,44	1,3	25,12	25,81	0,69	1,99
17	Φράξος	24	25,16	26,35	1,19	25,16	25,81	0,65	1,84
18	Φράξος	50	25,13	26,3	1,17	25,17	25,75	0,58	1,75
19	Φράξος	39	25,14	26,3	1,16	25,13	25,75	0,62	1,78
20	Φράξος	15	25,17	26,37	1,2	25,14	25,79	0,65	1,85
21	Καρυδιά	18	25,06	26,07	1,01	25	25,6	0,6	1,61
22	Καρυδιά	15	25,02	26,03	1,01	25,04	25,55	0,51	1,52
23	Καρυδιά	6	25,03	26,04	1,01	25,05	25,7	0,65	1,66
24	Καρυδιά	10	25,02	25,99	0,97	25,07	25,47	0,4	1,37
25	Καρυδιά	20	25,04	26,07	1,03	25,01	25,62	0,61	1,64
26	Δασική Πεύκη	16	25,07	25,99	0,92	25,12	25,83	0,71	1,63
27	Δασική	34	25,24	26,3	1,06	25,13	25,74	0,61	1,67

	Πεύκη								
28	Δασική Πεύκη	6	25,06	25,95	0,89	25,1	25,69	0,59	1,48
29	Δασική Πεύκη	40	25,15	25,95	0,8	25,1	25,68	0,58	1,38
30	Δασική Πεύκη	44	25,09	25,99	0,9	25,12	25,79	0,67	1,57
31	Ελάτη	70	25,12	26,13	1,01	25,06	25,63	0,57	1,58
32	Ελάτη	35	25,1	25,83	0,73	25,09	25,85	0,76	1,49
33	Ελάτη	7	25,14	25,77	0,63	25,11	25,87	0,76	1,39
34	Ελάτη	22	25,06	25,84	0,78	25,1	25,72	0,62	1,4
35	Ελάτη	51	25,06	26,13	1,07	25,07	25,68	0,61	1,68
36	Ερυθρελάτη	7	25,05	25,92	0,87	24,99	25,35	0,36	1,23
37	Ερυθρελάτη	48	25,06	25,85	0,79	25,03	25,36	0,33	1,12
38	Ερυθρελάτη	16	25,14	25,99	0,85	25,05	25,37	0,32	1,17
39	Ερυθρελάτη	21	25,08	26,38	1,3	25,04	25,6	0,56	1,86
40	Ερυθρελάτη	39	25,06	26,33	1,27	25	25,58	0,58	1,85

ΠΙΝΑΚΑΣ Π.4.

ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΟ: ΑΙΘΑΝΟΛΗ $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$									
			Έναρξη: ημερομηνία: 05-12-2005, ώρα: 11:45						
			Λήξη: ημερομηνία: 15-3-2006, ώρα: 11:45						
α/α	είδος	αριθμός	εφαπτ.Α	εφαπτ.Τ.	Δ.εφαπτ.	ακτ.Α.	ακτ.Τ.	Δ. ακτ.	ολική Δ.
1	Οξιά	20	25,12	26,65	1,53	25,12	25,46	0,34	1,87
2	Οξιά	18	25,14	26,59	1,45	25,13	25,47	0,34	1,79
3	Οξιά	34	25,14	26,63	1,49	25,13	25,57	0,44	1,93
4	Οξιά	37	25,12	26,6	1,48	25,13	25,54	0,41	1,89
5	Οξιά	21	25,12	26,65	1,53	25,1	25,43	0,33	1,86
6	Λεύκη	30	25,05	25,9	0,85	25,12	25,3	0,18	1,03
7	Λεύκη	2	24,99	25,85	0,86	25,07	25,2	0,13	0,99
8	Λεύκη	48	25,07	25,97	0,9	25,16	25,3	0,14	1,04
9	Λεύκη	46	25,03	25,8	0,77	25,08	25,27	0,19	0,96
10	Λεύκη	1	24,98	25,86	0,88	25,01	25,27	0,26	1,14
11	Καστανιά	11	24,9	25,44	0,54	24,88	25,36	0,48	1,02
12	Καστανιά	54	24,87	25,5	0,63	24,86	25,28	0,42	1,05
13	Καστανιά	68	24,9	25,64	0,74	24,99	25,24	0,25	0,99
14	Καστανιά	12	24,9	25,49	0,59	24,93	25,42	0,49	1,08
15	Καστανιά	37	24,83	25,53	0,7	24,93	25,25	0,32	1,02
16	Φράξος	22	25,15	26,35	1,2	25,12	25,64	0,52	1,72
17	Φράξος	48	25,14	26,43	1,29	25,11	25,73	0,62	1,91
18	Φράξος	32	25,15	26,41	1,26	25,22	25,67	0,45	1,71
19	Φράξος	41	25,13	26,4	1,27	25,15	25,66	0,51	1,78
20	Φράξος	3	25,21	26,28	1,07	25,08	25,63	0,55	1,62
21	Καρυδιά	27	25,13	25,92	0,79	25,07	25,49	0,42	1,21
22	Καρυδιά	42	25,06	25,79	0,73	25,07	25,69	0,62	1,35
23	Καρυδιά	30	25,07	25,88	0,81	25,08	25,5	0,42	1,23

24	Καρυδιά	12	25,05	25,93	0,88	25,04	25,33	0,29	1,17
25	Καρυδιά	21	25,08	25,94	0,86	25,05	25,44	0,39	1,25
26	Δασική Πεύκη	47	25,09	25,86	0,77	25,14	25,55	0,41	1,18
27	Δασική Πεύκη	64	25,08	25,88	0,8	25,19	25,7	0,51	1,31
28	Δασική Πεύκη	12	25,07	25,85	0,78	25,16	25,61	0,45	1,23
29	Δασική Πεύκη	5	25,08	25,83	0,75	25,14	25,57	0,43	1,18
30	Δασική Πεύκη	23	25,07	25,91	0,84	25,15	25,56	0,41	1,25
31	Ελάτη	12	25,06	25,72	0,66	25,05	25,53	0,48	1,14
32	Ελάτη	65	25,07	26,03	0,96	25,08	25,52	0,44	1,4
33	Ελάτη	9	25,08	25,72	0,64	25,12	25,61	0,49	1,13
34	Ελάτη	40	25,1	25,68	0,58	25,06	25,57	0,51	1,09
35	Ελάτη	39	25,09	25,71	0,62	25,07	25,63	0,56	1,18
36	Ερυθρελάτη	1	25,27	26,34	1,07	25,14	25,57	0,43	1,5
37	Ερυθρελάτη	25	25,13	25,95	0,82	25,09	25,48	0,39	1,21
38	Ερυθρελάτη	44	25,13	26	0,87	25,11	25,45	0,34	1,21
39	Ερυθρελάτη	31	25,16	25,96	0,8	25,07	25,39	0,32	1,12
40	Ερυθρελάτη	27	25,08	25,88	0,8	24,96	25,51	0,55	1,35

ΠΙΝΑΚΑΣ Π.5.

ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΟ: ΤΟΛΟΥΟΛΙΟ $C_6H_5CH_3$									
Έναρξη: ημερομηνία: 05-12-2005, ώρα: 12:55									
Λήξη: ημερομηνία: 15-3-2006, ώρα: 12:55									
α/α	είδος	αριθμός	εφαπτ.Α	εφαπτ.Τ.	Δ.εφαπτ.	ακτ.Α.	ακτ.Τ.	Δ. ακτ.	ολική Δ.
1	Οξιό	35	25,11	25,21	0,1	25,13	25,15	0,02	0,12
2	Οξιό	43	25,17	25,19	0,02	25,18	25,18	0	0,02
3	Οξιό	30	25,14	25,2	0,06	25,12	25,12	0	0,06
4	Οξιό	11	25,12	25,18	0,06	25,13	25,13	0	0,06
5	Οξιό	2	25,11	25,21	0,1	25,12	25,14	0,02	0,12
6	Λεύκη	27	25,02	25,28	0,26	25,04	25,07	0,03	0,29
7	Λεύκη	15	25	25,12	0,12	25,14	25,16	0,02	0,14
8	Λεύκη	7	25	25,14	0,14	25,1	25,3	0,2	0,34
9	Λεύκη	4	24,95	25,18	0,23	25,19	25,27	0,08	0,31
10	Λεύκη	39	25	25,16	0,16	25,08	25,08	0	0,16
11	Καστανιά	3	24,95	25,02	0,07	24,91	24,92	0,01	0,08
12	Καστανιά	6	24,96	25,05	0,09	24,96	25	0,04	0,13
13	Καστανιά	46	24,9	24,99	0,09	24,9	24,92	0,02	0,11
14	Καστανιά	56	24,91	24,92	0,01	24,91	24,92	0,01	0,02
15	Καστανιά	38	24,91	24,92	0,01	25,09	25,09	0	0,01
16	Φράξος	29	25,14	25,25	0,11	25,17	25,25	0,08	0,19
17	Φράξος	27	25,15	25,22	0,07	25,25	25,26	0,01	0,08
18	Φράξος	35	25,13	25,21	0,08	25,14	25,15	0,01	0,09

19	Φράξος	40	25,12	25,18	0,06	25,13	25,15	0,02	0,08
20	Φράξος	7	25,13	25,22	0,09	25,13	25,13	0	0,09
21	Καρυδιά	38	25,07	25,1	0,03	25,07	25,11	0,04	0,07
22	Καρυδιά	25	25,1	25,11	0,01	25,04	25,09	0,05	0,06
23	Καρυδιά	3	25,03	25,12	0,09	25,17	25,18	0,01	0,1
24	Καρυδιά	50	25,08	25,27	0,19	25,06	25,07	0,01	0,2
25	Καρυδιά	35	25,06	25,12	0,06	25,1	25,12	0,02	0,08
26	Δασική Πεύκη	38	25,22	25,4	0,18	25,12	25,19	0,07	0,25
27	Δασική Πεύκη	1	25,14	25,16	0,02	25,18	25,19	0,01	0,03
28	Δασική Πεύκη	15	25,31	25,34	0,03	25,16	25,18	0,02	0,05
29	Δασική Πεύκη	42	25,12	25,18	0,06	25,12	25,15	0,03	0,09
30	Δασική Πεύκη	10	25,11	25,17	0,06	25,07	25,12	0,05	0,11
31	Ελάτη	68	25,1	25,23	0,13	25,11	25,18	0,07	0,2
32	Ελάτη	14	25,22	25,25	0,03	25,12	25,12	0	0,03
33	Ελάτη	67	25,08	25,17	0,09	25,08	25,09	0,01	0,1
34	Ελάτη	55	25,06	25,18	0,12	25,04	25,12	0,08	0,2
35	Ελάτη	24	25,06	25,22	0,16	25,05	25,15	0,1	0,26
36	Ερυθρελάτη	43	25,24	25,42	0,18	25,16	25,22	0,06	0,24
37	Ερυθρελάτη	26	25,15	25,28	0,13	25,15	25,15	0	0,13
38	Ερυθρελάτη	37	25,04	25,17	0,13	25,03	25,19	0,16	0,29
39	Ερυθρελάτη	5	25,23	25,51	0,28	25,11	25,23	0,12	0,4
40	Ερυθρελάτη	14	25,12	25,32	0,2	24,94	25,09	0,15	0,35

ΠΙΝΑΚΑΣ Π.6.

ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΟ: ΑΙΘΥΛΕΝΙΚΗ ΓΛΥΚΟΛΗ HOCH ₂ CH ₂ OH									
Έναρξη: ημερομηνία: 05-12-2005, ώρα: 13:20									
Λήξη: ημερομηνία: 15-3-2006, ώρα: 13:20									
α/α	είδος	αριθμός	εφαπτ.Α	εφαπτ.Τ.	Δ.εφαπτ.	ακτ.Α.	ακτ.Τ.	Δ. ακτ.	ολική Δ.
1	Οξιά	50	25,17	27,35	2,18	25,11	26	0,89	3,07
2	Οξιά	27	25,11	27,42	2,31	25,1	25,94	0,84	3,15
3	Οξιά	44	25,14	27,39	2,25	25,19	26,08	0,89	3,14
4	Οξιά	47	25,11	27,51	2,4	25,1	26,04	0,94	3,34
5	Οξιά	13	25,15	27,61	2,46	25,12	25,86	0,74	3,2
6	Λεύκη	45	25,1	26,62	1,52	25,07	25,69	0,62	2,14
7	Λεύκη	21	25,02	26,59	1,57	25,14	25,7	0,56	2,13
8	Λεύκη	22	25,14	26,65	1,51	25,16	25,71	0,55	2,06
9	Λεύκη	11	25,05	26,56	1,51	25,11	25,74	0,63	2,14
10	Λεύκη	37	25,02	26,55	1,53	25,09	25,76	0,67	2,2
11	Καστανιά	63	24,93	26,27	1,34	24,95	25,91	0,96	2,3
12	Καστανιά	28	24,95	26,03	1,08	25	25,87	0,87	1,95
13	Καστανιά	32	24,82	26,49	1,67	24,95	25,58	0,63	2,3

14	Καστανιά	66	24,94	26,36	1,42	24,97	25,76	0,79	2,21
15	Καστανιά	31	24,8	26,43	1,63	24,98	25,58	0,6	2,23
16	Φράξος	38	25,14	27,22	2,08	25,12	26,08	0,96	3,04
17	Φράξος	12	25,14	27,06	1,92	25,14	26,1	0,96	2,88
18	Φράξος	46	25,17	27,06	1,89	25,14	26,14	1	2,89
19	Φράξος	9	25,18	27,05	1,87	25,15	26,12	0,97	2,84
20	Φράξος	33	25,15	27,04	1,89	25,15	26,06	0,91	2,8
21	Καρυδιά	41	25,09	26,27	1,18	25,09	26,23	1,14	2,32
22	Καρυδιά	37	25,09	26,36	1,27	25,08	26,36	1,28	2,55
23	Καρυδιά	40	25,09	26,27	1,18	25,08	26,19	1,11	2,29
24	Καρυδιά	28	25,1	26,5	1,4	25,06	25,84	0,78	2,18
25	Καρυδιά	13	25,04	26,51	1,47	25,06	25,69	0,63	2,1
26	Δασική Πεύκη	9	25,13	26,69	1,56	25,18	26,14	0,96	2,52
27	Δασική Πεύκη	28	25,12	26,81	1,69	25,12	26,11	0,99	2,68
28	Δασική Πεύκη	33	25,18	26,7	1,52	25,23	26,1	0,87	2,39
29	Δασική Πεύκη	43	25,07	26,74	1,67	25,18	26,26	1,08	2,75
30	Δασική Πεύκη	8	25,09	26,68	1,59	25,2	26,03	0,83	2,42
31	Ελάτη	25	25,09	26,22	1,13	25,04	26,16	1,12	2,25
32	Ελάτη	54	25,02	26,88	1,86	25	26,03	1,03	2,89
33	Ελάτη	52	25,15	26,96	1,81	25,02	25,96	0,94	2,75
34	Ελάτη	28	25,08	26,22	1,14	25,08	26,21	1,13	2,27
35	Ελάτη	18	25,08	26,38	1,3	25,1	26,11	1,01	2,31
36	Ερυθρελάτη	45	25,29	27,28	1,99	25,24	25,76	0,52	2,51
37	Ερυθρελάτη	30	25,2	27,06	1,86	25,13	25,87	0,74	2,6
38	Ερυθρελάτη	23	25,07	26,89	1,82	25,09	25,86	0,77	2,59
39	Ερυθρελάτη	15	25,24	27	1,76	25,16	25,8	0,64	2,4
40	Ερυθρελάτη	22	25,33	27,09	1,76	25,27	26,37	1,1	2,86

ΠΙΝΑΚΑΣ Π.7.

ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΟ: ΦΟΡΜΑΜΙΔΙΟ HCONH ₂									
			Έναρξη: ημερομηνία: 05-12-2005, ώρα: 13:55						
			Λήξη: ημερομηνία: 15-3-2006, ώρα: 13:55						
α/α	είδος	αριθμός	εφαπτ.Α	εφαπτ.Τ.	Δ.εφαπτ.	ακτ.Α.	ακτ.Τ.	Δ. ακτ.	ολική Δ.
1	Οξιό	53	25,06	27,3	2,24	25,03	26,49	1,46	3,7
2	Οξιό	48	25,12	28,09	2,97	25,08	26,1	1,02	3,99
3	Οξιό	12	25,12	28,02	2,9	25,14	25,98	0,84	3,74
4	Οξιό	31	25,1	27,85	2,75	25,1	25,96	0,86	3,61
5	Οξιό	23	25,1	27,88	2,78	25,12	25,99	0,87	3,65
6	Λεύκη	29	25,09	27,08	1,99	25,11	25,72	0,61	2,6
7	Λεύκη	32	25,04	26,92	1,88	25,11	25,8	0,69	2,57
8	Λεύκη	51	25,02	26,93	1,91	25,07	25,59	0,52	2,43

9	Λεύκη	44	25,01	26,82	1,81	25,07	25,69	0,62	2,43
10	Λεύκη	9	25	26,95	1,95	25,2	25,72	0,52	2,47
11	Καστανιά	4	24,91	26,83	1,92	24,93	25,75	0,82	2,74
12	Καστανιά	67	24,89	26,71	1,82	25	25,65	0,65	2,47
13	Καστανιά	8	24,92	26,54	1,62	24,92	25,74	0,82	2,44
14	Καστανιά	49	24,89	26,66	1,77	24,9	25,99	1,09	2,86
15	Καστανιά	40	24,6	26,45	1,85	24,92	25,86	0,94	2,79
16	Φράξος	8	25,15	27,62	2,47	25,31	26,29	0,98	3,45
17	Φράξος	43	25,15	27,83	2,68	25,15	26,3	1,15	3,83
18	Φράξος	21	25,21	27,73	2,52	25,13	26,38	1,25	3,77
19	Φράξος	23	25,18	27,67	2,49	25,15	26,18	1,03	3,52
20	Φράξος	17	25,16	27,75	2,59	25,15	26,39	1,24	3,83
21	Καρυδιά	4	25,03	27,08	2,05	25,05	25,39	0,34	2,39
22	Καρυδιά	44	25,05	26,73	1,68	25,08	26,57	1,49	3,17
23	Καρυδιά	7	25,05	27,14	2,09	25,07	25,91	0,84	2,93
24	Καρυδιά	46	25,08	26,76	1,68	25,08	26,48	1,4	3,08
25	Καρυδιά	11	25,04	27,01	1,97	25,06	25,82	0,76	2,73
26	Δασική Πεύκη	3	25,08	26,7	1,62	25,14	25,98	0,84	2,46
27	Δασική Πεύκη	13	25,1	26,99	1,89	25,17	26	0,83	2,72
28	Δασική Πεύκη	11	25,27	26,92	1,65	25,11	25,94	0,83	2,48
29	Δασική Πεύκη	31	25,2	26,97	1,77	25,08	25,99	0,91	2,68
30	Δασική Πεύκη	36	25,06	26,97	1,91	25,21	25,91	0,7	2,61
31	Ελάτη	20	25,08	26,2	1,12	25,08	25,99	0,91	2,03
32	Ελάτη	60	25,06	27,06	2	25,07	25,88	0,81	2,81
33	Ελάτη	45	25,11	26,25	1,14	25,14	26,1	0,96	2,1
34	Ελάτη	29	25,08	26,43	1,35	25,07	26,34	1,27	2,62
35	Ελάτη	66	25,1	27,14	2,04	25,07	25,86	0,79	2,83
36	Ερυθρελάτη	19	25,21	27,36	2,15	25,15	25,74	0,59	2,74
37	Ερυθρελάτη	36	25,1	26,78	1,68	25,07	25,73	0,66	2,34
38	Ερυθρελάτη	20	25,1	26,85	1,75	25,11	25,81	0,7	2,45
39	Ερυθρελάτη	2	25,08	27,21	2,13	24,89	25,49	0,6	2,73
40	Ερυθρελάτη	50	25,05	26,56	1,51	25,05	25,68	0,63	2,14

ΠΙΝΑΚΑΣ Π.8.

ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΟ: ΔΙΜΕΘΥΛΟΦΟΡΜΑΜΙΔΙΟ DMF (CH ₃) ₂ NOCH									
			Έναρξη: ημερομηνία: 07-12-2005 , ώρα: 14:00						
			Λήξη: ημερομηνία: 17-3-2006 , ώρα: 14:00						
α/α	είδος	αριθμός	εφαπτ.Α	εφαπτ.Τ.	Δ.εφαπτ.	ακτ.Α.	ακτ.Τ.	Δ. ακτ.	ολική Δ.
1	Οξιό	25	25,13	28,1	2,97	25,09	26,08	0,99	3,96

2	Οξιιά	6	25,14	28,17	3,03	25,11	25,93	0,82	3,85
3	Οξιιά	32	25,12	28,03	2,91	25,14	26,1	0,96	3,87
4	Οξιιά	36	25,12	27,93	2,81	25,09	26,15	1,06	3,87
5	Οξιιά	22	25,11	28,09	2,98	25,12	26,02	0,9	3,88
6	Λεύκη	28	25,1	27,15	2,05	25,06	25,69	0,63	2,68
7	Λεύκη	47	25,06	27,04	1,98	25,07	25,66	0,59	2,57
8	Λεύκη	31	25,03	27,14	2,11	25,06	25,75	0,69	2,8
9	Λεύκη	16	25,03	27,2	2,17	25,1	25,72	0,62	2,79
10	Λεύκη	38	24,96	26,9	1,94	25,06	25,83	0,77	2,71
11	Καστανιά	13	24,86	26,34	1,48	24,89	26,11	1,22	2,7
12	Καστανιά	50	24,88	26,73	1,85	24,89	26,08	1,19	3,04
13	Καστανιά	51	24,89	26,69	1,8	24,87	26,07	1,2	3
14	Καστανιά	33	24,85	26,97	2,12	24,96	25,86	0,9	3,02
15	Καστανιά	36	24,87	26,82	1,95	24,91	25,88	0,97	2,92
16	Φράξος	2	25,13	27,73	2,6	25,07	26,37	1,3	3,9
17	Φράξος	45	25,11	27,89	2,78	25,1	26,34	1,24	4,02
18	Φράξος	4	25,14	27,69	2,55	25,07	26,33	1,26	3,81
19	Φράξος	34	25,14	27,94	2,8	25,1	26,36	1,26	4,06
20	Φράξος	10	25,15	27,81	2,66	25,14	26,34	1,2	3,86
21	Καρυδιά	43	25,07	26,78	1,71	25,06	26,34	1,28	2,99
22	Καρυδιά	33	25,06	26,83	1,77	25,08	26,34	1,26	3,03
23	Καρυδιά	49	25,1	26,88	1,78	25,07	26,4	1,33	3,11
24	Καρυδιά	16	25,03	27,09	2,06	25,04	25,98	0,94	3
25	Καρυδιά	36	25,07	26,87	1,8	25,07	26,62	1,55	3,35
26	Δασική Πεύκη	41	25,08	27,11	2,03	25,16	26,1	0,94	2,97
27	Δασική Πεύκη	24	25,12	27,22	2,1	25,13	26,06	0,93	3,03
28	Δασική Πεύκη	30	25,12	27,17	2,05	25,11	26,02	0,91	2,96
29	Δασική Πεύκη	29	25,11	27,3	2,19	25,11	26,13	1,02	3,21
30	Δασική Πεύκη	2	25,11	26,99	1,88	25,17	26,17	1	2,88
31	Ελάτη	15	25,11	26,5	1,39	25,09	26,29	1,2	2,59
32	Ελάτη	23	25,08	26,43	1,35	25,06	26,41	1,35	2,7
33	Ελάτη	69	25,09	27,25	2,16	25,07	26,03	0,96	3,12
34	Ελάτη	59	25,08	27,27	2,19	25,03	25,93	0,9	3,09
35	Ελάτη	19	25,11	26,45	1,34	25,11	26,31	1,2	2,54
36	Ερυθρελάτη	34	25,11	26,72	1,61	25,06	25,61	0,55	2,16
37	Ερυθρελάτη	29	25,18	27,07	1,89	25,14	25,9	0,76	2,65
38	Ερυθρελάτη	18	25,18	27,51	2,33	25	25,75	0,75	3,08
39	Ερυθρελάτη	24	25,07	26,98	1,91	25,05	25,69	0,64	2,55
40	Ερυθρελάτη	32	25,12	27,46	2,34	25,02	25,57	0,55	2,89

ΠΙΝΑΚΑΣ Π.9.

ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΟ: ΔΙΑΙΟΥΛΑΙΘΕΡΑΣ (C ₂ H ₅) ₂ O									
Έναρξη: ημερομηνία: 09-12-2005, ώρα: 11:00									
Λήξη: ημερομηνία: 19-3-2006, ώρα: 11:00									
α/α	είδος	αριθμός	εφαπτ.Α	εφαπτ.Τ.	Δ.εφαπτ.	ακτ.Α.	ακτ.Τ.	Δ. ακτ.	ολική Δ.
1	Οξιό	14	25,1	25,43	0,33	25,12	25,28	0,16	0,49
2	Οξιό	7	25,12	25,39	0,27	25,12	25,24	0,12	0,39
3	Οξιό	42	25,1	25,41	0,31	25,1	25,24	0,14	0,45
4	Οξιό	33	25,12	25,4	0,28	25,1	25,24	0,14	0,42
5	Οξιό	4	25,11	25,39	0,28	25,13	25,31	0,18	0,46
6	Λεύκη	34	24,97	25,31	0,34	25,07	25,18	0,11	0,45
7	Λεύκη	6	24,98	25,29	0,31	25,12	25,25	0,13	0,44
8	Λεύκη	23	25,04	25,36	0,32	25,02	25,15	0,13	0,45
9	Λεύκη	42	25,15	25,43	0,28	25,03	25,16	0,13	0,41
10	Λεύκη	12	24,97	25,24	0,27	25,06	25,21	0,15	0,42
11	Καστανιά	1	24,88	25,16	0,28	24,9	25,03	0,13	0,41
12	Καστανιά	69	24,9	25,15	0,25	24,98	25,07	0,09	0,34
13	Καστανιά	5	24,95	25,09	0,14	24,94	25,08	0,14	0,28
14	Καστανιά	70	24,91	25,2	0,29	24,95	25,06	0,11	0,4
15	Καστανιά	34	24,85	25,02	0,17	24,94	25,05	0,11	0,28
16	Φράξος	42	25,14	25,45	0,31	25,11	25,27	0,16	0,47
17	Φράξος	13	25,13	25,43	0,3	25,11	25,26	0,15	0,45
18	Φράξος	5	25,15	25,46	0,31	25,14	25,23	0,09	0,4
19	Φράξος	44	25,13	25,44	0,31	25,15	25,43	0,28	0,59
20	Φράξος	47	25,15	25,44	0,29	25,1	25,25	0,15	0,44
21	Καρυδιά	19	25,06	25,26	0,2	25,01	25,19	0,18	0,38
22	Καρυδιά	29	25,08	25,24	0,16	25,12	25,18	0,06	0,22
23	Καρυδιά	48	25,06	25,24	0,18	25,09	25,31	0,22	0,4
24	Καρυδιά	22	25,05	25,38	0,33	25,03	25,17	0,14	0,47
25	Καρυδιά	39	25,05	25,31	0,26	25,23	25,26	0,03	0,29
26	Δασική Πεύκη	50	25,12	25,35	0,23	25,1	25,29	0,19	0,42
27	Δασική Πεύκη	45	25,06	25,34	0,28	25,09	25,32	0,23	0,51
28	Δασική Πεύκη	21	25,06	25,4	0,34	25,12	25,35	0,23	0,57
29	Δασική Πεύκη	22	25,08	25,34	0,26	25,19	25,31	0,12	0,38
30	Δασική Πεύκη	4	25,05	25,34	0,29	25,12	25,3	0,18	0,47
31	Ελάτη	48	25,07	25,33	0,26	25,04	25,23	0,19	0,45
32	Ελάτη	27	25,1	25,43	0,33	25,02	25,28	0,26	0,59
33	Ελάτη	64	25,2	25,33	0,13	25,08	25,24	0,16	0,29
34	Ελάτη	63	25,09	25,36	0,27	25,09	25,21	0,12	0,39
35	Ελάτη	47	25,08	25,26	0,18	25,07	25,25	0,18	0,36

36	Ερυθρελάτη	33	25,13	25,36	0,23	25,06	25,19	0,13	0,36
37	Ερυθρελάτη	28	25,02	25,33	0,31	25,06	25,23	0,17	0,48
38	Ερυθρελάτη	12	25,13	25,5	0,37	25,16	25,39	0,23	0,6
39	Ερυθρελάτη	13	25,06	25,33	0,27	25,11	25,22	0,11	0,38
40	Ερυθρελάτη	38	25,18	25,42	0,24	25,11	25,34	0,23	0,47

ΠΙΝΑΚΑΣ Π.10.

ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΟ: ΟΞΙΚΟ ΟΞΥ CH ₃ COOH									
Έναρξη: ημερομηνία: 08-12-2005, ώρα: 10:00									
Λήξη: ημερομηνία: 18-3-2006, ώρα: 10:00									
α/α	είδος	αριθμός	εφαπτ.Α	εφαπτ.Τ.	Δ.εφαπτ.	ακτ.Α.	ακτ.Τ.	Δ. ακτ.	ολική Δ.
1	Οξιό	10	25,11	27,79	2,68	25,12	25,9	0,78	3,46
2	Οξιό	40	25,1	27,63	2,53	25,08	26,04	0,96	3,49
3	Οξιό	5	25,11	27,72	2,61	25,1	25,85	0,75	3,36
4	Οξιό	15	25,1	27,7	2,6	25,09	25,89	0,8	3,4
5	Οξιό	9	25,08	27,81	2,73	25,11	25,87	0,76	3,49
6	Λεύκη	8	25,01	26,72	1,71	25,12	25,91	0,79	2,5
7	Λεύκη	36	25,01	26,66	1,65	25,02	25,91	0,89	2,54
8	Λεύκη	17	25,04	26,83	1,79	25,03	25,74	0,71	2,5
9	Λεύκη	10	24,98	26,68	1,7	25,11	25,75	0,64	2,34
10	Λεύκη	43	25,03	26,82	1,79	25,03	25,73	0,7	2,49
11	Καστανιά	57	24,87	26,18	1,31	24,92	25,77	0,85	2,16
12	Καστανιά	44	24,86	26,14	1,28	24,88	25,67	0,79	2,07
13	Καστανιά	64	24,89	26,11	1,22	24,95	25,7	0,75	1,97
14	Καστανιά	62	24,95	26,27	1,32	24,95	25,81	0,86	2,18
15	Καστανιά	7	24,91	25,99	1,08	24,94	25,68	0,74	1,82
16	Φράξος	31	25,14	27,36	2,22	25,12	26,26	1,14	3,36
17	Φράξος	36	25,11	27,33	2,22	25,12	26,18	1,06	3,28
18	Φράξος	26	25,14	27,34	2,2	25,26	26,16	0,9	3,1
19	Φράξος	16	25,16	27,3	2,14	25,11	26,22	1,11	3,25
20	Φράξος	25	25,13	27,31	2,18	25,11	26,16	1,05	3,23
21	Καρυδιά	31	25,08	26,68	1,6	25,08	26,05	0,97	2,57
22	Καρυδιά	9	25,04	26,75	1,71	25,16	25,74	0,58	2,29
23	Καρυδιά	8	25,05	26,78	1,73	25,06	25,77	0,71	2,44
24	Καρυδιά	1	25,06	26,5	1,44	25,04	25,73	0,69	2,13
25	Καρυδιά	23	25,1	26,74	1,64	25,05	25,9	0,85	2,49
26	Δασική Πεύκη	19	25,09	26,63	1,54	25,17	26,01	0,84	2,38
27	Δασική Πεύκη	27	25,06	26,59	1,53	25,12	26,01	0,89	2,42
28	Δασική Πεύκη	35	25,11	26,66	1,55	25,12	26	0,88	2,43
29	Δασική Πεύκη	39	25,08	26,59	1,51	25,11	26,03	0,92	2,43

30	Δασική Πεύκη	32	25,07	26,54	1,47	25,13	25,91	0,78	2,25
31	Ελάτη	56	25,04	26,76	1,72	25,06	25,92	0,86	2,58
32	Ελάτη	17	25,1	26,4	1,3	25,1	26,09	0,99	2,29
33	Ελάτη	57	25,02	26,75	1,73	25,11	25,94	0,83	2,56
34	Ελάτη	53	25,11	26,89	1,78	25,11	26,02	0,91	2,69
35	Ελάτη	13	25,08	26,45	1,37	25,19	26,2	1,01	2,38
36	Ερυθρελάτη	40	25,06	26,26	1,2	25,02	25,55	0,53	1,73
37	Ερυθρελάτη	47	25,19	26,63	1,44	25,16	25,94	0,78	2,22
38	Ερυθρελάτη	10	25,11	26,98	1,87	25,05	25,8	0,75	2,62
39	Ερυθρελάτη	11	25,11	26,35	1,24	25,03	25,62	0,59	1,83
40	Ερυθρελάτη	6	25,11	26,28	1,17	25,06	25,57	0,51	1,68

ΠΙΝΑΚΑΣ Π.11.

ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΟ: ΑΙΘΑΝΟΛΗ 30%, ΝΕΡΟ 70%									
			Έναρξη: ημερομηνία: 13-03-2006 , ώρα: 12:00						
			Λήξη: ημερομηνία: 19-06-2006, ώρα: 12:00						
α/α	είδος	αριθμός	εφαπτ.Α	εφαπτ.Τ.	Δ.εφαπτ.	ακτ.Α.	ακτ.Τ.	Δ. ακτ.	ολική Δ.
1	Δασική Πεύκη	63	24,94	26,65	1,71	25,03	26,03	1	2,71
2	Δασική Πεύκη	60	24,93	26,68	1,75	25,07	26,04	0,97	2,72
3	Δασική Πεύκη	58	24,94	26,65	1,71	25,01	25,98	0,97	2,68
4	Δασική Πεύκη	57	24,92	26,69	1,77	25,01	25,94	0,93	2,7
5	Δασική Πεύκη	56	24,95	26,68	1,73	25	25,93	0,93	2,66

ΠΙΝΑΚΑΣ Π.12.

ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΟ: ΑΙΘΑΝΟΛΗ 60%, ΝΕΡΟ 40%									
			Έναρξη: ημερομηνία: 13-03-2006 , ώρα: 12:00						
			Λήξη: ημερομηνία: 19-06-2006 , ώρα: 12:00						
α/α	είδος	αριθμός	εφαπτ.Α	εφαπτ.Τ.	Δ.εφαπτ.	ακτ.Α.	ακτ.Τ.	Δ. ακτ.	ολική Δ.
1	Δασική Πεύκη	55	24,94	26,67	1,73	25	25,92	0,92	2,65
2	Δασική Πεύκη	52	24,95	26,67	1,72	25,08	25,99	0,91	2,63
3	Δασική Πεύκη	54	24,94	26,66	1,72	24,99	25,98	0,99	2,71
4	Δασική Πεύκη	65	24,98	26,63	1,65	25,06	26,06	1	2,65
5	Δασική Πεύκη	38	24,93	26,7	1,77	25,02	26,01	0,99	2,76

ΠΙΝΑΚΑΣ Π.13.

ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΟ: ΑΚΕΤΟΝΗ 30%, ΝΕΡΟ 70%									
			Έναρξη: ημερομηνία: 13-03-2006 , ώρα: 12:00						
			Λήξη: ημερομηνία: 19-06-2006 , ώρα: 12:00						
α/α	είδος	αριθμός	εφαπτ.Α	εφαπτ.Τ.	Δ.εφαπτ.	ακτ.Α.	ακτ.Τ.	Δ. ακτ.	ολική Δ.
1	Δασική Πεύκη	68	24,91	26,63	1,72	25,04	26,02	0,98	2,7
2	Δασική Πεύκη	51	24,92	26,77	1,85	25,01	26	0,99	2,84
3	Δασική Πεύκη	69	24,9	26,62	1,72	25,01	26,11	1,1	2,82
4	Δασική Πεύκη	53	24,92	26,7	1,78	25	25,94	0,94	2,72
5	Δασική Πεύκη	2	24,83	26,62	1,79	25	26,16	1,16	2,95

ΠΙΝΑΚΑΣ Π.14.

ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΟ: ΑΚΕΤΟΝΗ 60%, ΝΕΡΟ 40%									
			Έναρξη: ημερομηνία: 13-03-2006 , ώρα: 12:00						
			Λήξη: ημερομηνία: 19-06-2006 , ώρα: 12:00						
α/α	είδος	αριθμός	εφαπτ.Α	εφαπτ.Τ.	Δ.εφαπτ.	ακτ.Α.	ακτ.Τ.	Δ. ακτ.	ολική Δ.
1	Δασική Πεύκη	67	24,91	26,62	1,71	25,01	26,07	1,06	2,77
2	Δασική Πεύκη	59	24,94	26,67	1,73	25,01	25,98	0,97	2,70
3	Δασική Πεύκη	66	24,91	26,61	1,70	25,02	26,03	1,01	2,71
4	Δασική Πεύκη	70	24,9	26,65	1,75	25,01	26,1	1,09	2,84
5	Δασική Πεύκη	62	24,96	26,7	1,74	25,03	26,03	1,00	2,74

*Όπου “εφαπτ.Α.” σημαίνει εφαπτομενική αρχικό,

Όπου “εφαπτ.Τ.” σημαίνει εφαπτομενική τελικό,

Όπου “Δ.εφαπτ.” σημαίνει εφαπτομενική διόγκωση,

Όπου “ακτ. Α.” σημαίνει ακτινική αρχικό,

Όπου “ακτ. Τ.” σημαίνει ακτινική τελικό,

Όπου “Δ. ακτ.” Σημαίνει ακτινική διόγκωση και

Όπου “ολική Δ.” σημαίνει ολική διόγκωση.