

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΕΠΕΤΗΡΙΔΑ ΤΗΣ ΣΧΟΛΗΣ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΑΡ. 13

ΜΑΡΙΑ ΜΟΥΣΤΑΚΑ
ΒΙΟΛΟΓΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΥΠΟΤΡΟΦΟΣ
ΤΟΥ ΤΟΜΕΑ ΒΟΤΑΝΙΚΗΣ

**ΕΠΟΧΙΑΚΕΣ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΙΣ, ΕΤΗΣΙΑ ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΤΗΤΑ
ΚΑΙ ΧΩΡΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΩΝ ΦΥΤΟΠΛΑΓΚΤΙΚΩΝ
ΠΛΗΘΥΣΜΩΝ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΒΟΛΒΗΣ**

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ
ΠΟΥ ΥΠΟΒΛΗΘΗΚΕ ΣΤΟ ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ
ΤΗΣ ΣΧΟΛΗΣ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΟΥ ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟΥ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 1988

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

A. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
I. ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΦΥΤΟΠΛΑΓΚΤΟΥ.....	1
1. Περιοδικότητα του φυτοπλαγκτού.....	2
2. Χωρική κατανομή του φυτοπλαγκτού.....	3
3. Το παράδοξο του πλαγκτού.....	4
4. Φυτοπλαγκτό και ευτροφισμός.....	5
II. Η ΕΡΕΥΝΑ ΤΟΥ ΦΥΤΟΠΛΑΓΚΤΟΥ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....	5
III. ΣΚΟΠΟΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ.....	5
B. Η ΛΙΜΝΗ ΒΟΛΒΗ.....	7
I. ΜΕΛΕΤΕΣ ΠΟΥ ΑΦΟΡΟΥΝ ΣΤΗ ΛΙΜΝΗ.....	7
II. ΓΕΝΙΚΑ ΓΝΩΡΙΣΜΑΤΑ ΤΗΣ ΒΟΛΒΗΣ.....	7
Γ. ΜΕΘΟΔΟΙ.....	10
I. ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΕΣ.....	10
1. Συχνότητα.....	10
2. Χώρος, θέση, επιλογή σταθμών.....	10
3. Επιλογή βαθών.....	11
4. Αριθμός δειγμάτων.....	13
5. Δειγματολήπτης.....	13
6. Δείγματα.....	15
II. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΤΟ ΠΕΔΙΟ.....	15
III. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΣΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ.....	15
1. Ποσοτικός προσδιορισμός των θρεπτικών αλάτων και της χλωροφύλλης α.....	15
2. Ποιοτική ανάλυση του φυτοπλαγκτού.....	16
3. Ποσοτική ανάλυση του φυτοπλαγκτού.....	17
α. Τεχνηκή του ανάστροφου μικροσκοπίου.....	17
β. Μετατροπές σε βιομάζα.....	18
IV. ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ.....	18
V. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ.....	19
VI. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ.....	19
Δ. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	21
I. ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ.....	21
1. Θερμοκρασία.....	21
2. Διαφάνεια του νερού.....	23
3. Οξυγόνο.....	25

4. pH	27
5. Θρεπτικά άλατα.....	28
α. Φώσφορος.....	28
β. Άζωτο.....	31
i. Το νιτρικό άζωτο.....	31
ii. Το αμμωνιακό άζωτο.....	34
iii. Το νιτρώδες άζωτο.....	34
γ. Φώσφορος, άζωτο και τροφική κατάταξη της Βόλβης.....	34
δ. Πυρίτιο.....	36
II. ΣΥΝΘΕΣΗ ΕΙΔΩΝ.....	38
1. Κατάλογος ειδών.....	38
2. Σύγκριση με άλλες περιοχές.....	38
3. Μερικά χαρακτηριστικά της σύνθεσης των ειδών.....	43
α. Είδη και ομάδες φυτοπλαγκτού ως οικολογικοί δείκτες.....	43
β. Νανοπλαγκτό και υπόλοιπο φυτοπλαγκτό ή πλαγκτό διχτυού.....	44
4. Αριθμός των taxa και κατανομή τους στις ομάδες του φυτοπλαγκτού.....	47
α. Αριθμός.....	47
β. Κατανομή.....	48
γ. Περιοδικότητα.....	50
III. ΕΠΟΧΙΑΚΕΣ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΙΣ ΚΑΙ ΕΤΗΣΙΑ ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΦΥΤΟΠΛΑΓΚΤΙΚΩΝ ΠΛΗΘΥΣΜΩΝ.....	52
1. Υποθετικό πρότυπο.....	52
α. Κρίσιμες μεταβολές των φυσικοχημικών παραγόντων.....	52
β. Απόκριση του φυτοπλαγκτού.....	53
γ. Διαφορές από χρόνο σε χρόνο.....	54
δ. Επικρατούντα είδη.....	55
2. Εποχιακές μεταβολές της βιομάζας των Κυανοφυκών.....	56
α. <i>Anabaena flos-aquae</i> BREB. ex BORN. et. FLAH.....	56
i. Πληθυσμιακή αύξηση, επικράτηση.....	56
ii. Άζωτο, δέσμευση αζώτου, σχέση ετεροκύστεων.....	58
iii. Πληθυσμιακή πτώση, σχηματισμός έμμονων κυττάρων.....	58
β. <i>Aphanizomenon cf. flos-aquae</i> RALFS ex BORN. et FLAH.....	59
i. Πληθυσμιακή αύξηση, επικράτηση.....	59
ii. Πληθυσμιακή πτώση.....	60
iii. Ανόργανο άζωτο και ποσοστό ετεροκύστεων.....	61
iv. Επικράτηση του <i>Aphanizomenon flos-aquae</i> και <i>A. cf. flos-aquae</i>	62
γ. <i>Gomphosphaeria lacustris</i> CHOD.....	63
δ. <i>Anabaena aphanizomenoides</i> FORTI.....	64

i. Πληθυσμιακή αύξηση, επικράτηση.....	64
ii. Ανόργανο άζωτο και ποσοστό ετεροκύστεων, έμμονα κύτταρα.....	65
ε. <i>Aphanizomenon issatschenkoï</i> (VSACEV) PROSKINA-LAVRENKO	65
i. Πληθυσμιακή αύξηση και πτώση, επικράτηση.....	65
ii. Ανόργανο άζωτο και ποσοστό ετεροκύστεων.....	66
στ. <i>Lyngbya limnetica</i> LEMM.....	67
ζ. <i>Oscillatoria cf. lemmermanii</i> VOTOSZYNSKA	68
η. Υπόλοιπα Κυανοφύκη.....	68
i. <i>Chroococcus</i> και <i>Coelosphaerium</i>	68
ii. <i>Lyngbya circumcreta</i>	70
iii. Μικρά κοκκοειδή Κυανοφύκη.....	71
iv. <i>Anabaenopsis</i> και <i>Cylindrospermopsis</i>	71
v. <i>Anabaena perturbata</i>	72
vi. <i>Microcystis aeruginosa</i>	73
vii. <i>Microcystis</i> sp. και <i>Oscillatoria limnetica</i>	75
θ. Χαρακτηριστικά της περιοδικότητας των Κυανοφυκών.....	76
i. Βιομάζα, συμμετοχή των Κυανοφυκών στο φυτοπλαγκτό.....	76
ii. Μεταβολές της βιομάζας και του βροχομετρικού ύψους.....	77
iii. Μεταβολές της βιομάζας και των φυσικοχημικών παραμέτρων.....	78
iv. Επικράτηση των Κυανοφυκών σε διάφορες λίμνες.....	80
3. Εποχιακές μεταβολές της βιομάζας των Διατόμων.....	81
α. <i>Stephanodiscus cf. astraea</i> (EHRENB.) GRUN.	81
i. Πληθυσμιακές μεταβολές την άνοιξη.....	81
ii. Πληθυσμιακές μεταβολές το καλοκαίρι.....	83
iii. Πληθυσμιακές μεταβολές το φθινόπωρο	83
iv. Πληθυσμιακές μεταβολές το χειμώνα.....	84
v. Απουσία μέγιστου την άνοιξη του 1986.....	84
vi. Επικράτηση.....	85
β. <i>Stephanodiscus cf. hantzschii</i> GRUN.	85
γ. <i>Nitzschia cf. acicularis</i> W. SMITH.....	86
δ. <i>Melosira granulata</i> (EHRENB.) GRUN.	87
i. Σημαντικοί παράγοντες για την αύξηση.....	87
ii. Πληθυσμιακές μεταβολές το καλοκαίρι.....	88
iii. Πληθυσμιακές μεταβολές το φθινόπωρο	89
ε. Άλλα Διάτομα.....	90
στ. Γενικά χαρακτηριστικά της περιοδικότητας των Διατόμων.....	91
i. Βιομάζα και συμμετοχή στο φυτοπλαγκτό.....	91
ii. Μεταβολές της βιομάζας και του βροχομετρικού ύψους.....	93

iii. Μέγιστα βιομάζας το χειμώνα και την άνοιξη.....	93
iv. Μέγιστα το καλοκαίρι.....	94
v. Μέγιστα το φθινόπωρο.....	96
vi. Αύξηση των Διατόμων και βιοτικοί παράγοντες.....	97
4. Εποχιακές μεταβολές της βιομάζας των Κρυπτοφυκών.....	98
α. <i>Rhodomonas lens</i> PASCHER et RUTTNER	100
i. Πληθυσμιακές μεταβολές και περιβαλλοντικοί παράγοντες.....	100
ii. Επικράτηση.....	102
iii. Μεταβολές των κυτταρικών διαστάσεων.....	103
β. <i>Rhodomonas minuta</i> var. <i>nannoplantica</i> SKUJA	105
i. Μεταβολές της βιομάζας και των περιβαλλοντικών παραγόντων.....	105
ii. Επικράτηση.....	105
iii. <i>R. lens</i> - <i>R. minuta</i> var. <i>nannoplantica</i>	107
γ. <i>Cryptomonas</i> sp.....	107
δ. Γενικά χαρακτηριστικά της περιοδικότητας των Κρυπτοφυκών.....	109
i. Βιομάζα και συμμετοχή των Κρυπτοφυκών στο φυτοπλαγκτό.....	109
ii. Μεταβολές της βιομάζας και των περιβαλλοντικών παραμέτρων.....	110
iii. Ο ρόλος των Κρυπτοφυκών στη Βόλβη.....	112
5. Εποχιακές μεταβολές της βιομάζας των Χλωροφυκών.....	113
α. <i>Closterium aciculare</i> T. WEST	113
β. <i>Cosmarium depressum</i> NAEG.....	114
γ. <i>Staurastrum chaetoceras</i> (SCROD.) G. M. SMITH	115
δ. Άλλα Χλωροφύκη.....	115
i. Τάξη Volvocales.....	115
ii. Τάξη Chlorococcales.....	117
iii. Τάξεις των Ulotrichales και Desmidiaceae.....	118
ε. Γενικά χαρακτηριστικά της περιοδικότητας των Χλωροφυκών.....	118
6. Εποχιακές μεταβολές των Δινοφυκών.....	122
α. <i>Peridiniopsis elpatiewskyi</i> (OSTENF.) BOUVR.....	122
β. Άλλα Δινοφύκη.....	123
γ. Γενικά χαρακτηριστικά της περιοδικότητας των Δινοφυκών.....	124
7. Εποχιακές μεταβολές της βιομάζας των Απτοφυκών.....	127
α. <i>Chrysochromulina parva</i> LACKEY	127
8. Άλλες ομάδες φυκών.....	130
IV. ΕΠΟΧΙΑΚΕΣ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΙΣ ΚΑΙ ΕΤΗΣΙΑ ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΣΥΝΟΛΙΚΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ ΤΟΥ ΦΥΤΟΠΛΑΓΚΤΟΥ.....	131
1. Μεταβολές της βιομάζας και της αφθονίας.....	131
2. Επίδραση των πιο σημαντικών παραγόντων.....	133

3. Διαφορές από χρόνο σε χρόνο.....	134
4. Συμμετοχή των διάφορων ομάδων φυκών.....	135
V. ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΟΥ ΦΥΤΟΠΛΑΓΚΤΟΥ.....	137
1. Κατακόρυφη κατανομή της συνολικής βιομάζας φυτοπλαγκτού.....	137
2. Κατακόρυφη κατανομή των Κυανοφυκών.....	139
α. Κατανομή της βιομάζας των Κυανοφυκών.....	139
β. Πρότυπα κατανομής των Κυανοφυκών.....	141
i. Ανθιση του νερού.....	141
ii. Σχετικά ομοιόμορφη κατανομή.....	144
iii. Κατανομή του <i>Merismopedia tenuissima</i>	146
3. Κατακόρυφη κατανομή των Διατόμων.....	148
α. Κατανομή της βιομάζας των Διατόμων.....	148
β. Κατανομή των επικρατούντων Διατόμων.....	150
4. Κατακόρυφη κατανομή των Κρυπτοφυκών.....	153
α. Κατανομή της βιομάζας των Κρυπτοφυκών.....	153
β. Κατανομή των επικρατούντων Κρυπτοφυκών.....	155
5. Κατακόρυφη κατανομή των Χλωροφυκών.....	157
6. Κατακόρυφη κατανομή των Δινοφυκών.....	160
7. Κατακόρυφη κατανομή των Απτοφυκών.....	161
VI. ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΟΥ ΦΥΤΟΠΛΑΓΚΤΟΥ.....	164
1. Διακυμάνσεις της βιομάζας κατά το 1984.....	164
2. Διακυμάνσεις της βιομάζας κατά το 1986.....	165
3. Σύγκριση με άλλες λίμνες.....	168
VII. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΗΣ ΔΟΜΗΣ ΤΟΥ ΦΥΤΟΠΛΑΓΚΤΟΥ.....	169
1. Ποικιλότητα.....	169
α. Πρακτική σημασία των δεικτών ποικιλότητας.....	169
β. Εποχιακές μεταβολές των δεικτών στη Βόλβη.....	169
γ. Ερμηνεία των μεταβολών των δεικτών.....	173
2. Ρόλος του ναοπλαγκτού.....	175
α. Το κυτταρικό μέγεθος.....	175
β. Συμμετοχή του ναοπλαγκτού στο φυτοπλαγκτό.....	175
γ. Επικράτηση του ναοπλαγκτού σε σχέση με τον ευτροφισμό.....	177
E. ΓΕΝΙΚΗ ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	180
I. ΣΥΝΘΕΣΗ ΤΟΥ ΦΥΤΟΠΛΑΓΚΤΟΥ.....	180
II. ΕΠΟΧΙΑΚΗ ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΕΠΙΚΡΑΤΟΥΝΤΩΝ ΕΙΔΩΝ.....	181
1. Στάδια διαδοχής.....	181
2. Διαδοχή και κυτταρικό μέγεθος.....	185
3. Διαδοχή και ρόλος των μαστιγωτών.....	186

4. Διαδοχή και r- και K- επιλογή.....	186
5. Χαρακτηριστικά των σταδίων διαδοχής.....	187
6. Εποχιακή παρουσία των ειδών.....	187
III. ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ ΤΟΥ ΦΥΤΟΠΛΑΓΚΤΟΥ.....	188
1. Ετήσιος κύκλος της συνολικής βιομάζας.....	188
2. Ετήσιος κύκλος της βιομάζας των ομάδων φυκών.....	191
IV. ΧΩΡΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΟΥ ΦΥΤΟΠΛΑΓΚΤΟΥ.....	192
1. Κατακόρυφη κατανομή της συνολικής βιομάζας.....	192
2. Κατακόρυφη κατανομή των διάφορων ομάδων φυκών.....	192
3. Οριζόντια κατανομή.....	194
V. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΗΣ ΔΟΜΗΣ ΤΟΥ ΦΥΤΟΠΛΑΓΚΤΟΥ.....	194
1. Ποικιλότητα ειδών.....	194
2. Ρόλος του νανοπλαγκτού.....	195
α. Ετήσιος κύκλος της βιομάζας του νανοπλαγκτού.....	195
β. Συμμετοχή του νανοπλαγκτού και ευτροφισμός.....	197
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	198
SUMMARY.....	201
ΟΡΟΛΟΓΙΑ.....	204
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	206
TABLE OF FIGURES.....	224
TABLES.....	228
ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	229
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	1-119