

LIFE – ΦΥΣΗ 2004
Δράσεις για την προστασία των Μεσογειακών
Εποχικών Λιμνίων της Δ. Κρήτης



Δράση D4 – Οικολογική παρακολούθηση

ΜΑΚΡΟΑΣΠΟΝΔΥΛΗ ΠΑΝΙΔΑ

ΤΕΛΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ

ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΥΔΑΤΩΝ
Ανάβυσσος, 2009

Η παρούσα εργασία έγινε με συγχρηματοδότηση της Ευρωπαϊκής Ένωσης, του Ελληνικού Κέντρου Θαλασσίων Ερευνών, του Μεσογειακού Αγρονομικού Ινστιτούτου Χανίων και της εταιρίας ΕΥΔΗΛΟΣ, στα πλαίσια του προγράμματος Life – 04 NAT/GR/000105: ‘Δράσεις Διατήρησης των Μεσογειακών Εποχικών Λιμνίων της Δ. Κρήτης’.

Συγγραφή & Επιμέλεια : Ιωάννης Καραούζας

Ερευνητική Ομάδα: Ιωάννης Καραούζας

Δρ. Ηλίας Δημητρίου

Ηλίας Μουσούλης

Εύα Κολόμπαρη

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Εισαγωγή.....	3
1. ΛΙΜΝΗ ΚΟΥΡΝΑ – ΜΕΛ ΚΟΥΡΝΑ.....	7
2. ΕΛΑΦΟΝΗΣΙ.....	14
3. ΦΑΛΛΑΣΑΡΝΑ.....	18
4. ΟΜΑΛΟΣ.....	27
Συζήτηση-Συμπεράσματα.....	38
Βιβλιογραφία.....	40
Παράρτημα.....	41

ΕΙΣΑΓΩΓΗ



Τα βενθικά μακροασπόνδυλα είναι από τους πιο σημαντικούς και ποικιλόμορφους οργανισμούς που απαντώνται στα εποχικά λιμνία. Ο εφήμερος χαρακτήρας των εποχικών λιμνίων έχει δημιουργήσει ένα οικοσύστημα ιδιαίτερο, που ευνοεί την ανάπτυξη οργανισμών που δεν απαντώνται σε άλλα υδάτινα συστήματα (π.χ. ποτάμια, λίμνες) και είναι χαρακτηριστικοί οργανισμοί των λιμνίων αυτών. Οι μακροασπόνδυλοι οργανισμοί που απαντώνται στα εποχικά λιμνία ζουν σε πολύ απρόβλεπτα, ευαίσθητα και ασταθή οικοσυστήματα. Τα εποχικά λιμνία πλημμυρίζουν με ακανόνιστη περιοδικότητα τον χειμώνα και ξηραίνονται στα τέλη της άνοιξης ή κατά την διάρκεια του καλοκαιριού, έχοντας σαν επακόλουθο την θνησιμότητα των ασπόνδυλων οργανισμών. Ωστόσο, οι οργανισμοί αυτοί με την πάροδο των ετών ανέπτυξαν διάφορες στρατηγικές επιβίωσης για την αντιμετώπιση της ξηρασίας.

Οι τρεις κύριες στρατηγικές που οι οργανισμοί εφαρμόζουν για να επιβιώνουν σε τέτοιες συνθήκες είναι η ανθεκτικότητα, η αλλαγή του βιολογικού τους κύκλου, και η μετανάστευση (Williams, 1997). Οι τυπικοί ασπόνδυλοι οργανισμοί που ζουν σε αυτούς τους βιότοπους όπως είναι τα καρκινοειδή, γαστερόποδα, τροχόζωα, κ.α., παράγουν ανθεκτικά αυγά που παραμένουν σε αδράνεια (dormancy) για αρκετό καιρό, μέχρι οι συνθήκες να γίνουν ξανά ευνοϊκές. Επίσης, κάποια είδη από αυτές τις παραπάνω ομάδες, έχουν την ικανότητα να πέφτουν σε αδράνεια/διάπαυση (diapause) και είναι ικανά να παραμείνουν σε αυτήν την κατάσταση για τον περισσότερο χρόνο της ζωής τους (Wiggins et al., 1980; Williams, 1997). Οι οργανισμοί αυτοί έχουν την δυνατότητα να ρυθμίζουν την διάρκεια και περίοδο της διάπαυσης τους ανάλογα με τις περιβαλλοντικές συνθήκες του βιοτόπου τους. Άλλοι οργανισμοί, όπως τα υδρόβια έντομα και τα αμφίβια,

μεταναστεύουν και εγκαταλείπουν τα εποχικά λιμνία όταν οι συνθήκες δεν είναι φιλόξενες. Τα περισσότερα υδρόβια έντομα έχουν χερσαία στάδια ζωής και έτσι επανεποικούν τα λιμνία όταν αποκτούν ξανά νερό. Άλλα έντομα, όπως τα ετερόπτερα και τα κολεόπτερα έχουν την δυνατότητα να μεταναστεύουν διανύοντας σημαντικές αποστάσεις, μέχρι να βρουν άλλους φιλόξενους βιότοπους. Μερικά είδη εισχωρούν βαθιά στο υπόστρωμα ή στον υπόγειο υδροφορέα (hyporheic zone) για να αποφύγουν την ξηρασία.

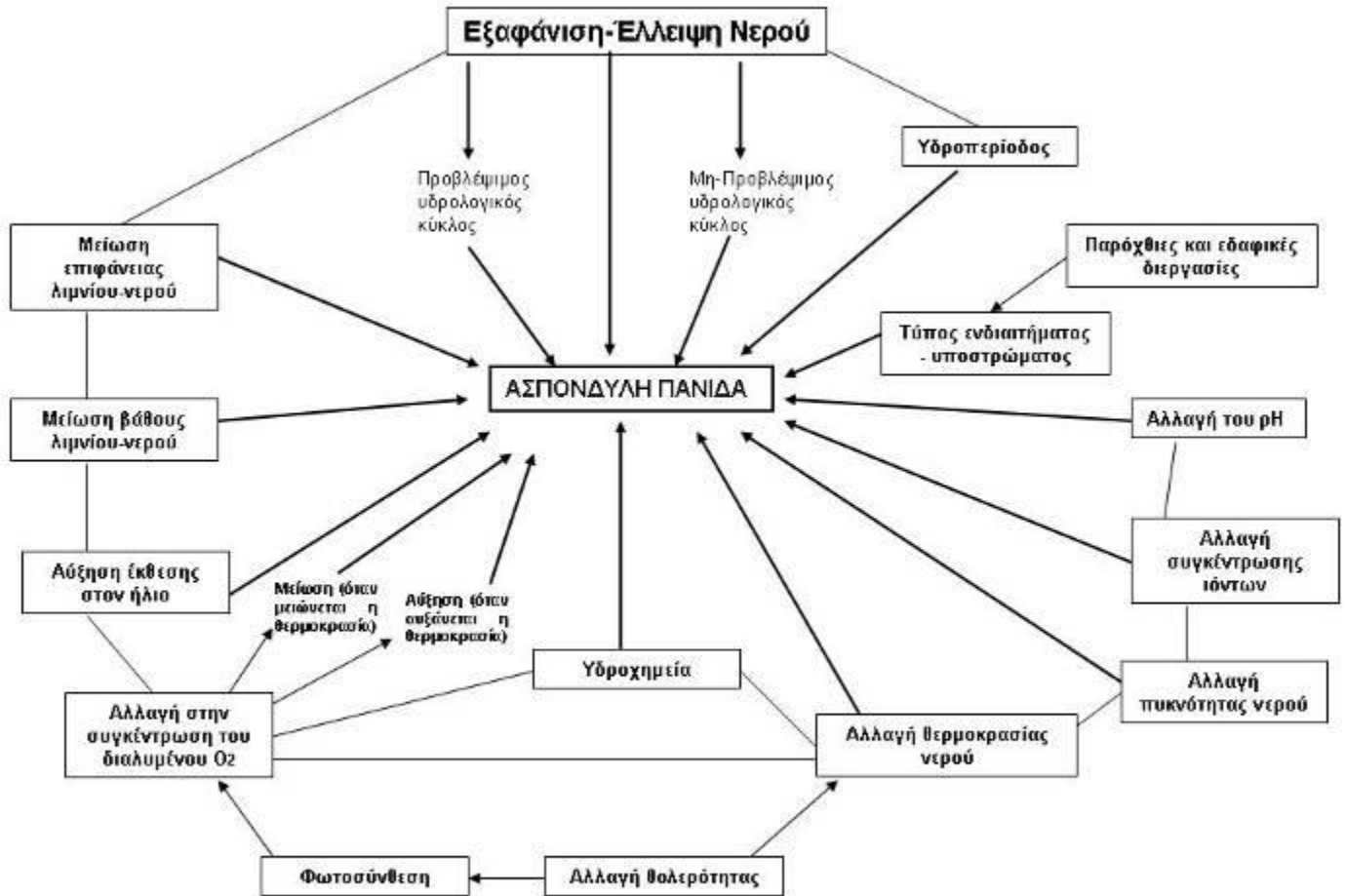
Η ασπόνδυλη πανίδα των εποχικών λιμνίων, καθώς και η δομή και σύνθεσή της, επηρεάζεται από πολλούς περιβαλλοντικούς παράγοντες (Εικ. 1). Από όλους τους περιβαλλοντικούς παράγοντες που απεικονίζονται στην εικόνα 1, η υδροπερίοδος και αν αυτή είναι προβλέψιμη ή μη-προβλέψιμη είναι ο πιο σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει τους ζωντανούς οργανισμούς. Η διάρκεια της υδροπεριόδου έχει σημαντικές επιρροές στην σύνθεση και δομή της βιοκοινωνίας. Διάφορες μελέτες έχουν δείξει ότι όσο περισσότερο χρόνο ένα λιμνίο διατηρεί νερό τόσο πιο ποικιλόμορφη είναι και η βιοκοινωνία του (Schneider 1996). Επιπλέον, η τροφική αλυσίδα ενός λιμνίου που έχει μεγάλη υδροπερίοδο μπορεί να επηρεαστεί με την εισαγωγή θηρευτών και ευκαιριακών ειδών που δεν έχουν στρατηγικές επιβίωσης.

Στα πλαίσια του προγράμματος LIFE - Φύση 'Δράσεις για την Προστασία των Μεσογειακών Εποχικών Λιμνίων της Κρήτης' μελετήθηκε η ασπόνδυλη πανίδα των λιμνίων με συχνές εποχικές δειγματοληψίες για τρία συνεχή έτη (2006-2008). Ο σκοπός των δειγματοληψιών αυτών ήταν:

- να καταγραφούν οι μακροασπόνδυλοι οργανισμοί που απαντώνται στα ΜΕΛ της Κρήτης,
- να εκτιμηθεί η σύνθεση και δομή της κοινωνίας και πώς αυτή αλλάζει εποχικά,
- να αξιολογηθούν τα οικολογικά χαρακτηριστικά της μακροασπόνδυλης πανίδας των ΜΕΛ.

Είναι απαραίτητο να σημειωθεί ότι η μακροασπόνδυλη πανίδα των Μεσογειακών Εποχικών Λιμνίων (ΜΕΛ) της Ελλάδας δεν έχει μελετηθεί ξανά στο παρελθόν. Τα αποτελέσματα για κάθε λιμνίο παρουσιάζονται αναλυτικά στα παρακάτω κεφάλαια.

Εικόνα 1. Περιβαλλοντικοί παράγοντες και παράμετροι που επηρεάζουν την ασπόνδυλη πανίδα των εποχικών λιμνίων.



1. ΛΙΜΝΗ ΚΟΥΡΝΑ – ΜΕΛ ΚΟΥΡΝΑ



Εποχικές δειγματοληψίες βενθικής μακροασπόνδυλης πανίδας πραγματοποιήθηκαν στη λίμνη και στο ΜΕΛ της Κουρνά (όταν διατηρούσε νερό). Συνολικά πραγματοποιήθηκαν 5 δειγματοληψίες από τον Ιανουάριο του 2006 μέχρι τον Μάιο του 2008. Δείγματα βένθους συλλέχθηκαν κατά τη διάρκεια του χειμώνα (Ιανουάριος 2006, Μάρτιος 2007 και Φεβρουάριος 2008) και της άνοιξης (Απρίλιος 2006 και Μάιος 2007). Πρέπει να σημειωθεί ότι μόνο δύο δειγματοληψίες βενθικών μακροασπόνδουλων πραγματοποιήθηκαν στο εφήμερο λιμνίο διότι ήταν ξερό την μεγαλύτερη διάρκεια του έτους. Το ΜΕΛ πλημμυρίζει μόνο κατά την διάρκεια έντονων ή συνεχόμενων βροχοπτώσεων και διατηρεί νερό για πολύ περιορισμένο χρόνο. Επίσης, κατά την διάρκεια βροχοπτώσεων το ΜΕΛ τροφοδοτείται και από τα νερά της λίμνης όταν πλημμυρίζει.

Μακροασπόνδυλη πανίδα – Λίμνη Κουρνά

Τρεις εποχικές δειγματοληψίες πραγματοποιήθηκαν στη Λίμνη Κουρνά από το 2006 ως 2008. Δείγματα βένθους συλλέχθηκαν τον Ιανουάριο και τον Απρίλιο του 2006, και τον Μάιο του 2007. Η δειγματοληψία έγινε στις όχθες της λίμνης η οποία επικοινωνεί με το λιμνίο όταν πλημμυρίζει. Η βενθική μακροασπόνδυλη πανίδα της λίμνης Κουρνά καταγράφεται στον Πίνακα 1 ενώ ο Πίνακας 2 παρουσιάζει την δομή και σύνθεσης της. Τα επικρατέστερα (όσον αφορά την συχνότητα της παρουσίας τους) και αφθονότερα μακροασπόνδυλα της λίμνης ήταν τα *Echinogammarus* τα οποία απαντήθηκαν σε όλες τις εποχές, ακολουθούμενα από τα Chironomidae και το δεκάποδο *Palaemonetes antennarius* που απαντήθηκαν σε δύο μόνο εποχές. Σημαντική ήταν και η αφθονία του *Onychogomphus forcipatus* ωστόσο απαντήθηκε στο λιμνίο μόνο κατά την διάρκεια της

άνοιξης. Η αφθονία αλλά και η συχνότητα εμφάνισης των υπολοίπων ειδών ήταν σημαντικά περιορισμένη, αφού τα είδη αυτά απαντήθηκαν μόνο σε μία εποχή π.χ. *Bithynia sp.*, *Lymnaea stagnalis*. Συνολικά από τις τρεις δειγματοληψίες στην λίμνη παρατηρήθηκε ότι ο αριθμός οικογενειών ήταν περιορισμένος καθώς περιορισμένη ήταν και η αφθονία τους (Πίνακες 1 και 2). Αυτό όμως πιθανόν να οφείλεται, εκτός από το γεγονός ότι η λίμνη είναι oligοτροφική και στο ότι η δειγματοληψία έγινε στις όχθες, οπότε είδη που ενδεχομένως να υπήρχαν σε μεγαλύτερα βάθη δεν συλλέχθηκαν.

Με εξαίρεση το *Echinogammarus*, *Palaemonetes antennarius* και τα Chironomidae, η σύνθεση της βιοκοινωνίας ήταν σημαντικά διαφορετική από την μία εποχή στην άλλη (Πίνακας 1; Πίνακας 2). Η αφθονία της λίμνης ήταν μεγαλύτερη κατά την διάρκεια της άνοιξης του 2006 αλλά η ποικιλότητα ήταν σημαντικά περιορισμένη αφού μόνο 3 είδη απαντήθηκαν. Η ποικιλότητα της λίμνης ήταν μεγαλύτερη κατά την διάρκεια του χειμώνα 2006 και το τέλος της άνοιξης του 2007 (Πίνακας 2).

Πίνακας 1. Σύνθεση μακροασπόνδυλης πανίδας της Λίμνης Κουρνά (* 1-10; ** 10-50; *** 50-100; **** >100)

ΤΑΞΑ	ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ	ΕΙΔΟΣ	01/2006	04/2006	05/2007
Γαστερόποδα	BITHYNIIDAE	<i>Bithynia sp.</i>	*		
	LYMNAEIDAE	<i>Lymnaea stagnalis</i>			*
	NERITIDAE	<i>Theodoxus sp.</i>	*		
	PLANORBIDAE	<i>Bulinus truncatus</i>	*		
	PLANORBIDAE	<i>Gyraulus sp.</i>	*		
	PLANORBIDAE	<i>Segmentina nitida</i>			
Αμφίποδα	GAMMARIDAE	<i>Echinogammarus sp.</i>	***	***	**
	PALAEEMONIDAE	<i>Palaemonetes antennarius</i>	*		**
Οδοντόγναθα	COENAGRIONIDAE	<i>Cercion lindenii</i>	*		
	GOMPHIDAE	<i>Onychogomphus forcipatus</i>		**	
	LIBELLULIDAE	<i>Orthetrum cancellatum</i>			*
	LIBELLULIDAE	<i>Sympetrum meridionale</i>			*
Δίπτερα	CHIRONOMIDAE	Chironomidae Gen. sp.		**	**

Πίνακας 2. Σύνθεση και δομή της βιοκοινωνίας της Λίμνης Κουρνά.

	01/2006	04/2006	05/2007
Αφθονία	79	114	64
Αριθμός οικογενειών	6	3	5
Αριθμός ειδών	7	3	6
Ταξινομική ομάδα [%]			
Γαστερόποδα	11	0	2
Καρκινοειδή	87	68	64
Οδοντόγναθα	1	12	9
Δίπτερα	0	19	25

Όσον αφορά τις υδρολογικές προτιμήσεις της βενθικής πανίδας, τα περισσότερα είδη που συλλέχθηκαν ανήκουν στην κατηγορία ‘Rheo-to limnophil’ δηλαδή ασπόνδυλα που βρίσκονται συνήθως σε ποτάμια χαμηλής ροής και σε λιμνάζουσες ζώνες (Πίνακας 3) ενώ σημαντικό ήταν και το ποσοστό της πανίδας που δεν έχει κάποια ιδιαίτερη προτίμηση στον τύπο ροής (IN). Κατά τη διάρκεια του χειμώνα, περίπου το 90% της βιοκοινωνίας χαρακτηρίστηκε από είδη με προτίμηση στην υδρόβια βλάστηση (46%) και σε οργανικά ενδαιτήματα (43%). Αυτή η εικόνα άλλαξε εν μέρει κατά την διάρκεια της άνοιξης του 2006 και του 2007. Η βιοκοινωνία αντιπροσωπεύτηκε και πάλι στην πλειοψηφία της από είδη με προτίμηση στην υδρόβια βλάστηση (Phy) και οργανική ύλη (Pom), αλλά και από είδη (π.χ. Chironomidae) με προτίμηση στην ιλύ (Pel και Psa). Οι κυρίαρχες ομάδες, όσον αφορά τις τροφικές συνήθειες της βενθικής πανίδας τον χειμώνα καθώς και την άνοιξη του 2006 και 2007 ήταν οι θρυματοφάγοι και οι συλλέκτες (Πίνακας 3). Την άνοιξη αυξήθηκε σημαντικά ο αριθμός των θηρευτών λόγω της εμφάνισης του *Onychogomphus forcipatus* της οικογένειας Gomphidae. Οι κολυμβητές/καταδύτες (π.χ. Καρκινοειδή) και οι περπατητές (π.χ. Οδοντόγναθα, Γαστερόποδα) ήταν οι κυρίαρχοι οργανισμοί που απαντήθηκαν στην λίμνη και στις τρεις δειγματοληψίες.

Πίνακας 3. Οικολογικές πληροφορίες των μακροασπόνδυλων της λίμνης Κουρνά. Οι επεξηγήσεις των κωδικών για την προτίμηση τύπου ροής και ενδιαιτήματος δίνονται στο Παράρτημα 1.

Οικολογικά Χαρακτηριστικά	01/2006	04/2006	05/2007
Προτίμηση τύπου Ροής [%]			
LB	0	0	3
LP	0	0	6
LR	3	0	2
RL	86	68	38
RP	0	12	0
RB	0	0	0
IN	1	19	25
Δεν υπάρχουν στοιχεία	10	0	27
Προτίμηση ενδιαιτήματος [%]			
Pel	0	12	17
Arg	0	0	0
Psa	0	6	0
Aka	0	4	0
Lit	0	2	3
Phy	46	38	29
Pom	43	34	20
Oth	0	4	5
Δεν υπάρχουν στοιχεία	10	0	27
Τροφικές συνήθειες [%]			
Βοσκητές	3	4	6
Εξορύκτες (miners)	0	2	3
Ξυλοφάγοι	0	0	0
Θρυμματοφάγοι	43	34	19
Συλλέκτες	43	40	26
Ενεργοί διηθηματοφάγοι	0	4	5
Παθητικοί διηθηματοφάγοι	0	0	0
Θηρευτές	1	14	12
Παρασιτικές	0	2	3
Άλλες τροφικές συνήθειες	0	0	0
Τύποι κίνησης [%]			
Κολυμβητές/κινούμενοι στην επιφάνεια	0	0	0
Κολυμβητές/καταδύτες	44	42	24
Φωλιαστές	0	0	0
Περπατητές	46	42	29
(semi)sessil (π.χ. Δίθυρα)	0	8	10
Άλλοι (π.χ. αναρριχητές)	0	8	10
Δεν υπάρχουν στοιχεία	10	0	27

Στις εικόνες παρακάτω απεικονίζονται μερικά από τα χαρακτηριστικά είδη που απαντώνται στην Λίμνη Κουρνά.



(Από πάνω αριστερά προς κάτω δεξιά)

Cercion lindeni (photo P. Falatico; <http://aramel.free.fr/INSECTES7terter.shtml>)

Orthetrum cancellatum (Photo © David Kitching 2007; www.brocross.com)

Bulinus truncatus (www.naturamediterraneo.com)

Palaemonetes sp. (http://www.ptboro.com/gov_pages/open%20space/index.html)

Segmentina nitida, (<http://www.biolib.cz>)

Lymnaea stagnalis (<http://www.biolib.cz>)

Echinogammarus sp. (<http://www.neozoen-bodensee.de/aktuelles>)

Μακροασπόνδυλη πανίδα – ΜΕΛ Κουρνά

Δύο εποχικές δειγματοληψίες πραγματοποιήθηκαν στο ΜΕΛ της Κουρνά από το 2006 ως το 2008. Δείγματα βένθους συλλέχθηκαν τους χειμώνες του 2007 (Μάρτης 2007) και του 2008 (Φλεβάρης 2008). Τα μακροασπόνδυλα που συλλέχθηκαν κατά την διάρκεια των δύο δειγματοληψιών καταγράφονται στον Πίνακα 4, ενώ ο Πίνακας 5 παρουσιάζει την δομή και τη σύνθεση της βιοκοινωνίας. Όπως φαίνεται στους δύο πίνακες, η ποικιλότητα του λιμνίου ήταν εξαιρετικά περιορισμένη, ειδικά τον χειμώνα του 2008 όπου μόνο ένα είδος βρέθηκε (*Tipula sp.*). Το γεγονός ότι το λιμνίο διατηρεί νερό μόνο μερικές ημέρες ή εβδομάδες τον χρόνο, καθιστά αδύνατη την περαιτέρω ανάπτυξη και αποίκηση του. Τον χειμώνα του 2007 όπου συλλέχθηκαν περισσότερα είδη, συμπεραίνεται ότι το λιμνίο διατηρούσε νερό για αρκετό διάστημα πριν την διεξαγωγή της δειγματοληψίας. Τα περισσότερα μακροασπόνδυλα που απαντήθηκαν ήταν τα κολεόπτερα και ειδικότερα αυτά της οικογένειας των δυτίσκων (Dytiscidae).

Πίνακας 4. Σύνθεση μακροασπόνδυλης πανίδας του ΜΕΛ Κουρνά (* 1-10; ** 10-50; *** 50-100; **** >100)

ΤΑΞΑ	ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ	ΕΙΔΟΣ	03/2007	02/2008
Ισόποδα	TRICHONISCIDAE	<i>Titanethes sp.</i>	*	
Οδοντόγναθα	COENAGRIONIDAE	<i>Coenagrion sp.</i>	*	
Κολεόπτερα	DYTISCIDAE	<i>Graphoderus sp.</i>	*	
	DYTISCIDAE	<i>Hydroporinae Gen. sp.</i>	*	
	HYDRAENIDAE	<i>Ochthebius sp.</i>	*	
Δίπτερα	TIPULIDAE	<i>Tipula sp.</i>		*

Πίνακας 5. Σύνθεση και δομή της βιοκοινωνίας του ΜΕΛ Κουρνά.

	03/2007	02/2008
<i>Αφθονία</i>	9	1
<i>Αριθμός οικογενειών</i>	4	1
<i>Αριθμός ειδών</i>	5	1
Ταξινομική ομάδα [%]		
Καρκίνοειδή	11	0
Οδοντόγναθα	11	0
Κολεόπτερα	78	0
Δίπτερα	0	100

Το λιμνίο βρίσκεται δίπλα στις όχθες της λίμνης, ωστόσο τα πρώτα συμπεράσματα δείχνουν ότι η πανίδα του λιμνίου είναι διαφορετική από αυτήν της λίμνης. Η στάθμη της λίμνης ανεβαίνει μετά από πολλές βροχοπτώσεις και τροφοδοτεί το λιμνίο, ωστόσο τα μακροασπόνδυλα της λίμνης δεν μεταναστεύουν για να αποικίσουν το λιμνίο. Το ίδιο συμβαίνει και με την πανίδα του λιμνίου. Τα ασπόνδυλα του λιμνίου δεν μεταναστεύουν στην λίμνη για να επιβιώσουν όταν το λιμνίο ξηραίνεται και φαίνεται ότι εφαρμόζουν άλλες στρατηγικές επιβίωσης (βλ. εισαγωγή). Οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ του λιμνίου και της λίμνης θα μπορούσαν να είχαν μελετηθεί πιο αναλυτικά με περισσότερες δειγματοληψίες, ωστόσο το λιμνίο παρέμεινε ξηρό για το μεγαλύτερο διάστημα στην διάρκεια του προγράμματος, λόγω της παρατεταμένης ανομβρίας των τελευταίων δύο ετών.

Στις εικόνες παρακάτω απεικονίζονται μερικά από τα χαρακτηριστικά είδη που απαντήθηκαν στο ΜΕΛ της Κουρνά.



(Από πάνω αριστερά προς κάτω δεξιά)

Titanethes sp. (Photo: Ioannis Karaouzas)

Coenagrion sp. (Photo: Jean-Pierre Boudot; <http://www.arkive.org/cretan-bluet/coenagrion-intermedium/>)

Ochthebius sp. (Photo: F. Köhler; <http://koleopterologie.de>)

Tipula sp (Photo: J.K. Lindsey)

2. ΕΛΑΦΟΝΗΣΙ



Κατά την διάρκεια του προγράμματος, δειγματοληψίες βενθικών ασπόνδουλων στα λιμνία της περιοχής του Ελαφονησίου πραγματοποιήθηκαν μόνο μία φορά, αφού σχεδόν σε όλες τις επισκέψεις τα λιμνία δεν είχαν νερό. Δειγματοληψίες πραγματοποιήθηκαν σε δύο λιμνία του Ελαφονησίου κατά την χειμερινή περίοδο του 2006. Παρόλο που τα ενδιατήματα και των δύο λιμνίων είναι πανομοιότυπα (λασπώδες υπόστρωμα, φυτοκοινωνίες, κ.α.), οι μακροασπόνδυλοι οργανισμοί που συλλέχθηκαν ήταν τελείως διαφορετικοί (Πίνακας 6). Η βενθική πανίδα των δύο λιμνίων ήταν εξαιρετικά περιορισμένη όσο αφορά των αριθμό ειδών καθώς και την αφθονία τους με εξαίρεση τα μικρο-καρκινοειδή της ομοταξίας των οστρακωδών (Ostracoda) που απαντήθηκαν στο λιμνίο 5. Τα ασπόνδυλα που συλλέχθηκαν και στα δύο λιμνία (π.χ. Chironomidae, Poduridae, κ.α.) χαρακτηρίζονται για την αντοχή τους σε δύσκολες συνθήκες, όπως η περιοδικότητα και οργανική ρύπανση (κυρίως από περιττώματα των ζώων που βόσκουν στην περιοχή). Στο λιμνίο 15 συλλέχθηκαν δύο είδη που ανήκουν στην οικογένεια των Chironomidae και το κολεόπτερο της οικογένειας Histeridae, το οποίο είναι χερσαίο οπότε και η παρουσία του στο λιμνίο ήταν συμπωματική. Το ίδιο ισχύει και για το κολεόπτερο της οικογένειας Staphylinidae που συλλέχθηκε στο λιμνίο 5.

Πίνακας 6. Σύθεση μακροασπόνδυλης πανίδας στα ΜΕΛ 5 και 15 του Ελαφονησίου την χειμερινή περίοδο. (* 1-10; ** 10-50; *** 50-100; **** >100)

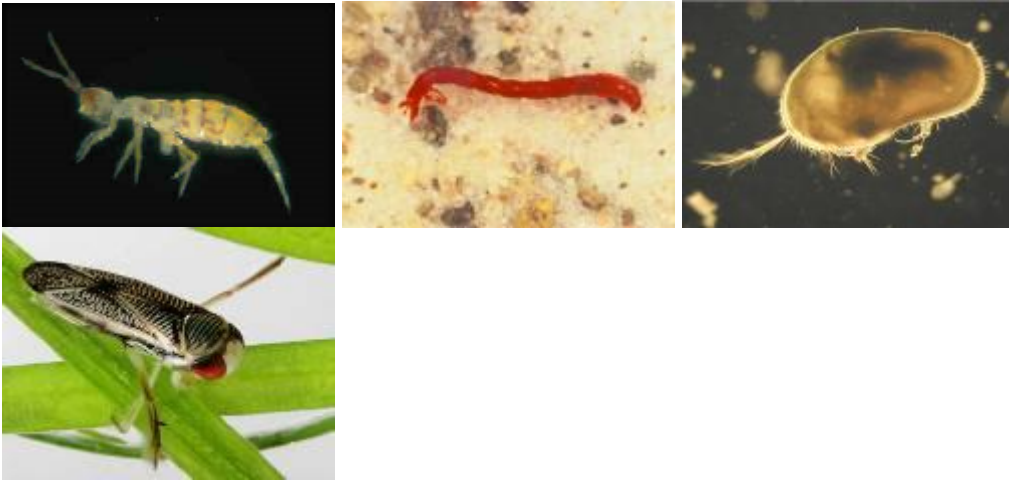
ΤΑΞΑ	ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ	ΕΙΔΟΣ	Λιμνίο 5	Λιμνίο 15
Οστρακώδη		Ostracoda Gen.sp.	****	
Δίπτερα	CHIRONOMIDAE	Chironomidae Gen. sp.	*	**
	CHIRONOMIDAE	<i>Chironomus thummi</i>		**
Κολλέμβολα	PODURIDAE	<i>Podura aquatica</i>	*	
Ετερόπτερα	CORIXIDAE	<i>Sigara nigrolineata</i>	*	
Κολεόπτερα	HISTERIDAE	<i>Hister sp.</i>		*
	STAPHYLINIDAE	Staphylinidae Gen.sp.	*	

Το 98.5 % της βιοκοινωνίας του λιμνίου 5 χαρακτηρίστηκε από τάξα που βρίσκονται συνήθως σε στάσιμα νερά και σε πολύ χαμηλές ροές (Limno-to rheophil), ενώ στο λιμνίο 15 το οποίο είχε ακριβώς το ίδιο ενδιαίτημα υπερίσχυσαν τα τάξα που απαντώνται συνήθως σε νερά χαμηλής ροής και σε λιμνάζουσες ζώνες (Rheo-to limnophil - 72%). Τα είδη που συλλέχθηκαν στο λιμνίο 15 χαρακτηρίζονται από την προτίμηση τους σε λασπώδη και οργανικά υποστρώματα, όπως φαίνεται και από τον πίνακα 7. Επαρκή συμπεράσματα για το λιμνίο 5, όσον αφορά την προτίμηση ενδιαιτήματος, δεν διαμορφώθηκαν λόγω της περιορισμένης αφθονίας των συλλεχθέντων μακροασπόνδυλων. Συλλέκτες και θρυμματοφάγοι ήταν οι κυρίαρχες τροφικές ομάδες των ΜΕΛ του Ελαφονησίου οι οποίοι τρέφονται κυρίως με οργανική ύλη (Πίνακας 7). Τέλος, τα στοιχεία για τους τύπους κίνησης και για τα δύο ΜΕΛ δεν είναι αρκετά για να προκύψουν συμπεράσματα.

Πίνακας 7. Οικολογικές πληροφορίες της βενθικής πανίδας των Μεσογειακών Εποχικών Λιμνίων του Ελαφονησίου. Οι επεξηγήσεις των κωδικών για την προτίμηση τύπου ροής και ενδιαιτήματος δίνονται στο Παράρτημα 1.

Οικολογικά Χαρακτηριστικά	Λιμνίο 5	Λιμνίο 15
Προτίμηση τύπου Ροής [%]		
LB	0	0
LP	0	0
LR	98.5	0
RL	0.5	72
RP	0	0
RB	0	0
IN	0.5	28
Δεν υπάρχουν στοιχεία	0.5	0
Προτίμηση ενδιαιτήματος [%]		
PeI	1	67
Arg	0	0
Psa	0	7
Aka	0	0
Lit	0	0
Phy	0	6
Pom	0	14
Oth	0	6
Δεν υπάρχουν στοιχεία	99	0
Τροφικές συνήθειες [%]		
Βοσκητές	0	5
Εξορύκτες (miners)	0	3
Ξυλοφάγοι	0	0
Θρυμματοφάγοι	20	36
Συλλέκτες	80	44
Ενεργοί διηθηματοφάγοι	0	6
Παθητικοί διηθηματοφάγοι	0	0
Θηρευτές	0	3
Παρασιτικές	0	3
Άλλες τροφικές συνήθειες	0	0
Τύποι κίνησης [%]		
Κολυμβητές/κινούμενοι στην επιφάνεια	0	0
Κολυμβητές/καταδύτες	1	3
Φωλιαστές	0	0
Περπατητές	0	3
(semi)sessil (π.χ. Δίθυρα)	0	11
Άλλοι (π.χ. αναρριχητές)	0	11
Δεν υπάρχουν στοιχεία	99	72

Στις εικόνες παρακάτω απεικονίζονται μερικά από τα χαρακτηριστικά είδη που απαντήθηκαν στα ΜΕΛ 5 και 15 της περιοχής του Ελαφονησίου.



(Από πάνω αριστερά προς κάτω δεξιά)

Podura aquatica (<http://insects.tamu.edu>)

Chironomus thummi (Photo: Prof. Dr. U. Heitkamp, Diemarden; <http://www.hlug.de>)

Ostracoda (<http://www.kuleuven-kortrijk.be>)

Sigara nigrolineata (<http://www.biolib.cz>)

3. ΦΑΛΑΣΑΡΝΑ



Συνολικά έξι δειγματοληψίες βενθικών μακροασπόνδυλων οργανισμών πραγματοποιήθηκαν στο ΜΕΛ των Φαλασάρνων κατά την διάρκεια του προγράμματος. Αναλυτικά, οι δειγματοληψίες διεξαχθήκαν τον χειμώνα και την άνοιξη του 2006 (Ιανουάριο και Απρίλιο αντίστοιχα), του 2007 (Φεβρουάριος και Μάιος) και του 2008 (Φεβρουάριος και Απρίλιος). Η βενθική μακροασπόνδυλη πανίδα του λιμνίου για όλες τις περιόδους καταγράφεται στον πίνακα 8.

Τον χειμώνα του 2006 η βενθική πανίδα ήταν σημαντικά περιορισμένη σε σύγκριση με την άνοιξη του ίδιου έτους. Συλλέχθηκαν μόνο τρία είδη, εκ των οποίων τα δύο ήταν κολεόπτερα, τα οποία γενικώς χαρακτηρίζονται για την αντοχή τους σε αντίξοες συνθήκες, καθώς επίσης και το δίπτερο της οικογένειας Psychodidae. Την άνοιξη, ο αριθμός των τάξα καθώς και οι αφθονίες τους αυξήθηκαν σημαντικά. Το κολεόπτερο *Berosus* καθώς και τα Chironomidae ήταν τα κυρίαρχα τάξα, όσον αφορά την αφθονία ενώ συλλέχθηκαν έντεκα (11) τάξα. Το 53% της πανίδας αντιπροσωπεύθηκε από τα δίπτερα, ακολουθούμενα από τα κολεόπτερα με 41%. Τον επόμενο χειμώνα, ο αριθμός των τάξα και η αφθονία τους μειώθηκε ελάχιστα σε σχέση με την άνοιξη του 2006 αλλά η βιοκοινωνία του λιμνίου αποτελέστηκε από διαφορετικά είδη (Πίνακας 8). Η βιοκοινωνία του χειμώνα 2007 αντιπροσωπεύτηκε κυρίως από τα δίπτερα *Culex* και Ceratorogonidae (68%) και τα οστρακώδη (Ostracoda) με ποσοστό αφθονίας 28%. Μερικούς μήνες αργότερα και συγκεκριμένα στα μέσα της άνοιξης, ο αριθμός των ειδών και οικογενειών αυξήθηκε (έντεκα και δώδεκα, αντίστοιχα) χωρίς να αλλάξει σημαντικά η αφθονία της βιοκοινωνίας (Πίνακας 9). Τα δίπτερα κυριάρχησαν και την άνοιξη αλλά με διαφορετικά τάξα, τα Psychodidae με πολύ μεγάλο πληθυσμό. Όπως και τον χειμώνα

του 2007, η βιοκοινωνία αντιπροσωπεύτηκε από τα δίπτερα και τα μικρο-καρκινοειδή της ομοταξίας των οστρακωδών, ενώ η αφθονία των υπόλοιπων ομάδων ήταν περιορισμένη (Πίνακας 8), με εξαίρεση τα τριχόπτερα της οικογένειας Limnephilidae, τα οποία είχαν σημαντικό ποσοστό παρουσίας (20%). Τον χειμώνα του 2008 και συγκεκριμένα τον Φεβρουάριο, η πανίδα του λιμνίου συγκροτήθηκε μόνο από ένα τάξα (Ostracoda), το οποίο φανερώνει σημαντική επιβάρυνση, που πιθανόν να οφείλεται σε κάποια παρέμβαση που υπέστη το λιμνίο την περίοδο εκείνη ενώ κατά τη διάρκεια των δύο μηνών όπου πραγματοποιήθηκε η ανοιξιάτικη δειγματοληψία (Απρίλης 2008), η ποικιλότητα του λιμνίου έδειξε να αποκαθίσταται σταδιακά. Η πανίδα του λιμνίου συγκροτήθηκε από τα δίπτερα *Pericoma* της οικογένειας Psychodidae, τα Chironomidae, το κολεόπτερο του γένους *Berosus*., το ετερόπτερο *Hesperocorixa sahlbergi* και τέλος το οδοντόγναθο *Aeshna* των οποίων η αφθονία ήταν σημαντικά περιορισμένη σε σύγκριση με προηγούμενες εποχές.

Πίνακας 8. Σύνθεση μακροασπόνδυλης πανίδας του ΜΕΛ Φαλασάρνων. (* 1-10; ** 10-50; *** 50-100; **** >100).
Lv - προνύμφη, Ad – ενήλικο.

ΤΑΞΑ	ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ	ΕΙΔΟΣ	01/2006	04/2006	02/2007	05/2007	02/2008	04/2008	
Γαστερόποδα	BITHYNIIDAE	<i>Bithynia sp.</i>				*			
Ακάρεα	HYDRACHNIDAE	Hydrachnidae Gen. sp.				*			
Οστρακώδη	OSTRACODA	Ostracoda Gen. Sp.			**	**	**		
Οδοντόγναθα	AESHNIDAE	<i>Aeshna sp.</i>						*	
Ετερόπτερα	COENAGRIONIDAE	<i>Cercion lindenii</i>		*					
	CORIXIDAE	<i>Hesperocorixa sahlbergi</i>		*				*	
	CORIXIDAE	<i>Micronecta sp.</i>				*			
	NOTONECTIDAE	<i>Notonecta sp.</i>		*					
Κολεόπτερα	PLEIDAE	<i>Plea minutissima</i>			*				
	DYTISCIDAE	<i>Agabus nebulosus Ad.</i>	*	*					
	DYTISCIDAE	<i>Agabus sp. Lv.</i>		*					
	DYTISCIDAE	<i>Rhantus sp. Lv.</i>			*				
	GYRINIDAE	<i>Gyrinus sp. Lv.</i>				*			
	HALIPLIDAE	<i>Halipplus sp. Lv.</i>		*					
	HYDRAENIDAE	Hydraenidae Gen. sp. Ad.		*					
Τριχόπτερα	HYDROPHILIDAE	<i>Berosus sp. Ad.</i>	*		*	*			
	HYDROPHILIDAE	<i>Berosus sp. Lv.</i>		****		*		*	
	LIMNEPHILIDAE	Limnephilidae Gen. sp.				**			
	Δίπτερα	CERATOPOGONIDAE	Ceratopogonidae Gen. sp.			**			
		CHIRONOMIDAE	Chironomidae Gen. sp.		****	*			*
		CULICIDAE	<i>Culex sp.</i>			***			
		DIXIDAE	<i>Dixa sp.</i>		**				
		EMPIDIDAE	Empididae Gen. sp.				*		
PSYCHODIDAE	<i>Pericoma sp.</i>	**	*		***		*		

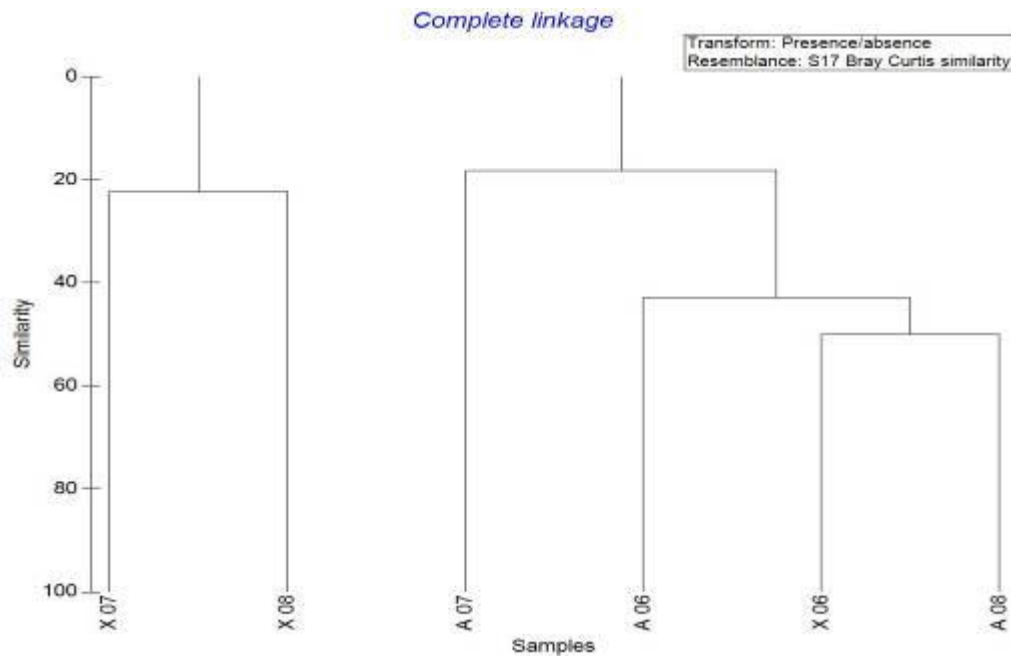
ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ	ΕΙΔΟΣ	01/2006	04/2006	02/2007	05/2007	02/2008	04/2008
LIMONIIDAE	<i>Cheilotrichia sp.</i>				*		
SCIOMYZIDAE	Sciomyzidae Gen. sp.				*		
TIPULIDAE	<i>Tipula sp.</i>			*			

Πίνακας 9. Σύνθεση και δομή της βιοκοινωνίας των ΜΕΛ Φαλασάρνων.

	Ιαν-06	Απρ-06	Φεβ-07	Μαΐος-07	Φεβ-08	Απρ-08
Αφθονία	29	299	178	142	33	8
Αριθμός οικογενειών	3	10	8	11	3	5
Αριθμός ειδών	3	11	8	12	3	5
Ταξινομική ομάδα [%]						
Οστρακώδη	0	0	28	26	94	0
Οδοντόγναθα	0	3	0	0	0	13
Κολεόπτερα	17	41	3	4	3	13
Δίπτερα	83	53	68	46	0	63
Γαστερόποδα	0	0	0	1	0	0
Ακάρεα	0	0	0	1	0	0
Ετερόπτερα	0	3	1	1	0	13
Τριχόπτερα	0	0	0	20	0	0

Η εποχική διαφοροποίηση που παρουσιάζει η ασπόνδυλη πανίδα απεικονίζεται στο δενδρόγραμμα ομαδοποίησης (cluster analysis) (Σχήμα 1). Η ασπόνδυλη πανίδα διαφέρει σημαντικά από εποχή σε εποχή και αυτό διακρίνεται από την ομαδοποίηση των εποχών που το ποσοστό ομοιότητας τους είναι ιδιαίτερα χαμηλό. Για παράδειγμα η βιοκοινωνία του χειμώνα 2007 με εκείνη του 2008 έχουν ποσοστό ομοιότητας περίπου 25% ενώ δεν έχουν καμία ομοιότητα με τις υπόλοιπες τέσσερις εποχές. Ομοίως, η πανίδα της άνοιξης 2007 είχε ποσοστό ομοιότητας 20% με την πανίδα της άνοιξης 2006 και 2008.

Σχήμα 1. Δενδρόγραμμα ομαδοποίησης της μακροασπόνδυλης πανίδας του ΜΕΛ Φαλασάρνων για κάθε εποχή. (X = χειμώνας; A = Άνοιξη)



Όσον αφορά τα οικολογικά χαρακτηριστικά της μακροασπόνδυλης πανίδας (Πίνακας 10), κατά την χειμερινή περίοδο του 2006, το 83% της βενθικής κοινότητας συγκροτήθηκε από είδη που απαντώνται συνήθως σε στάσιμα νερά και σε χαμηλές ροές (LR-Limno-to rheophil) ενώ το 10 % συγκροτήθηκε από τάξα που αποικούν συνήθως στάσιμα νερά και σπανίως χαμηλές ροές (LP-Limnophil). Την άνοιξη, παρατηρήθηκε μια ποικιλομορφία σχετικά με τις προτιμήσεις τύπου ροής, παρόλο που η πλειοψηφία της πανίδας (48%),

έδειξε να μην έχει κάποια ιδιαίτερη προτίμηση στον τύπο ροής. Το 4% αντιπροσωπεύθηκε από τάξη Limno-to rheophil, το 3 % από Rheo-to limnophil (RL), το 5% από Limnophil και τέλος το 3% από Limnobiont (LB). Τον χειμώνα 2007, το 77% (49% και 28%) της βιοκοινωνίας αντιπροσωπεύτηκε από είδη που απαντώνται σε στάσιμα νερά (LP και LR) και 22% από είδη που δεν έχουν συγκεκριμένη προτίμηση στον τύπο ροής. Η βιοκοινωνία του λιμνίου αντιπροσωπεύθηκε από είδη που απαντώνται σε στάσιμα νερά (LP και LR) και στις υπόλοιπες τρεις εποχές. Παρά το γεγονός ότι η πανίδα του λιμνίου διαφοροποιόταν εποχικά, αντιπροσωπευόταν σχεδόν πάντα από είδη που ζουν σε στάσιμα νερά.

Η οικολογική ανάλυση έδειξε ότι το 75% της κοινωνίας κατά την διάρκεια του χειμώνα 2006, συγκροτήθηκε από είδη που ζουν σε φυτικά υποστρώματα (Phy) και το 25% από είδη που ζουν σε πέτρες και χαλίκι (Lit). Την άνοιξη της ίδιας χρονιάς, το 30% και 20% της πανίδας απαντήθηκε σε λασπώδη (Pelal) και φυτικά (Phy) υποστρώματα αντίστοιχα. Την χειμερινή και ανοιξιάτικη περίοδο του 2007, κυριάρχησαν τα είδη που ζουν σε φυτικά υποστρώματα (Πίνακας 10), ενώ την άνοιξη του 2008 κυριάρχησαν τα είδη που απαντώνται σε λασπώδη και φυτικά ενδιαιτήματα (35% και 24%, αντίστοιχα).

Συλλέκτες (86%) και θηρευτές (14%) ήταν οι κυρίαρχες τροφικές ομάδες της πανίδας του λιμνίου κατά την χειμερινή περίοδο (2006), οι οποίες άλλαξαν κατά την διάρκεια της άνοιξης (2006) με την παρουσία περισσότερων ειδών (Πίνακας 10). Η βιοκοινωνία της άνοιξης κυριαρχήθηκε από θηρευτές, που ήταν και η κυρίαρχη τροφική ομάδα (48%), ακολουθούμενοι από συλλέκτες (17%), ενεργούς διηθηματοφάγους (12%), βοσκητές (10 %) και τέλος από εξορύκτες (miners) και παράσιτα (5% αντίστοιχα). Τον χειμώνα τις επόμενης χρονιάς (2007) το ποσοστό των θηρευτών μειώθηκε σε 25% και αυξήθηκαν οι διηθηματοφάγοι οργανισμοί (46%) ενώ εμφανίστηκαν οι θρυμματοφάγοι, ωστόσο με χαμηλό ποσοστό παρουσίας (6%). Την άνοιξη, οι διηθηματοφάγοι εξαφανίστηκαν ενώ οι συλλέκτες κυριάρχησαν με σημαντικό ποσοστό παρουσίας (66%). Οι συλλέκτες επικράτησαν και την επόμενη περίοδο (2008) ενώ την άνοιξη του 2008 επανεμφανίστηκαν οι θηρευτές και οι βοσκητές.

Πίνακας 10. Οικολογικές πληροφορίες της βενθικής πανίδας ΜΕΛ Φαλασάρνων. Οι επεξηγήσεις των κωδικών για την προτίμηση τύπου ροής και ενδιαιτήματος δίνονται στο Παράρτημα 1.

	<i>Ιαν-06</i>	<i>Απρ-06</i>	<i>Φεβ-07</i>	<i>Μαΐος-07</i>	<i>Φεβ-08</i>	<i>Απρ-08</i>
Προτίμηση τύπου Ροής [%]						
LB	0	3	0	0	0	0
LP	10	5	49	1	0	13
LR	83	4	28	70	94	12
RL	0	3	0	0	0	0
RP	0	0	0	0	0	0
RB	0	0	0	0	0	0
IN	0	48	22	1	0	50
Δεν υπάρχουν στοιχεία	7	36	1	28	6	25
Προτίμηση ενδιαιτήματος [%]						
Pel	0	30	7	1	0	35
Arg	0	0	0	1	0	1
Psa	0	0	6	1	0	1
Aka	0	0	0	0	0	0
Lit	25	2	0	13	0	4
Phy	75	20	33	33	0	24
Pom	0	2	23	0	0	0
Oth	0	10	0	1	0	10
Δεν υπάρχουν στοιχεία	0	36	31	51	100	25
Τροφικές συνήθειες [%]						
Βοσκητές	0	10	0	0	0	14
Εξορύκτες (miners)	0	5	0	0	0	5
Θρυμματοφάγοι	0	0	6	5	0	0
Συλλέκτες	86	17	23	66	76	36
Ενεργοί διηθηματοφάγοι	0	12	46	0	24	10
Παθητικοί διηθηματοφάγοι	0	0	0	0	0	0
Θηρευτές	14	48	25	5	0	18
Παράσιτα	0	5	0	0	0	5
Άλλες τροφικές συνήθειες	0	3	0	0	0	0
Τύποι κίνησης [%]						
Κολυμβητές/κινούμενοι στην επιφάνεια	0	0	0	0	0	0
Κολυμβητές/καταδύτες	7	11	39	0	0	16
Φωλιαστές	83	2	1	45	0	13
Περπατητές	1	12	23	0	0	5
(semi)sessil (π.χ. Δίθυρα)	0	19	0	0	0	20
Άλλοι (π.χ. αναρριχητές)	2	20	8	0	0	21
Δεν υπάρχουν στοιχεία	7	36	29	54	100	25

Οι κολυμβητές/καταδύτες (π.χ. Κολεόπτερα, Ετερόπτερα), φωλιαστές (π.χ. κάποια Δίπτερα και Τριχόπτερα) και περπατητές (π.χ. κάποια Οδοντόγναθα) ήταν οι κυριότεροι τύποι κίνησης της πανίδας των Φαλασάρνων. Ένα σημαντικό ποσοστό της πανίδας αντιπροσωπεύτηκε και από τους αναρριχητές αλλά οι οργανισμοί αυτοί συναντήθηκαν κυρίως την άνοιξη.

Από τις δειγματοληψίες των τριών ετών παρατηρείται ότι η βενθική πανίδα του λιμνίου:

α) διαφοροποιείται εποχικά όπως προκύπτει από την σύνθεση και δομή της πανίδας (σχήμα 1, πίνακας 8)

β) αποτελείται από ανθεκτικά είδη. Τα ανθεκτικά είδη επιβιώνουν είτε μειώνοντας τον κύκλο ζωής τους, το οποίο πιθανόν να δικαιολογεί και την σύντομη παρουσία κάποιων ειδών στο λιμνίο, είτε με την ανθεκτικότητα των αυγών (π.χ. οστρακώδη, βραγχιόποδα κτλ.). Επίσης, διαπιστώθηκε ότι τα είδη αυτά, εκτός της ανθεκτικότητας τους στην ξηρασία, είναι και ανθεκτικά στην ρύπανση (σε κάποιες περιόδους τα νιτρικά ξεπερνούσαν τα 60mg/l)

γ) παροδικά, συγκροτήθηκε από είδη (ευκαιριακά είδη) που χρησιμοποιούν το λιμνίο ως προσωρινό ‘καταφύγιο’ για επιβίωση από ανεπιθύμητες συνθήκες (κάποια είδη απαντήθηκαν μόνο μία φορά στην περίοδο των τριών ετών).

Στις εικόνες παρακάτω απεικονίζονται μερικά από τα χαρακτηριστικά είδη που απαντήθηκαν στο ΜΕΛ Φαλασάρων.



(Από πάνω αριστερά προς κάτω δεξιά)

Berosus sp. Προνύμφη (Photo: I. Καραούζας)

Berosus sp. Ενήλικο άτομο (Photo: F. Köhler; <http://koleopterologie.de>)

Pericoma sp. Προνύμφη (Photo: I. Καραούζας)

Οστρακώδη (Photo: <http://hu.wikipedia.org>)

Agabus nebulosus (Photo: F. Köhler; <http://koleopterologie.de>)

Rhantus sp. (Photo: C. Weisenboehler; <http://koleopterologie.de>)

Hesperocorixa sahlbergi (Photo: N. Sloth; <http://www.biopix.com>)

4. ΟΜΑΛΟΣ



Εφτά δειγματοληψίες ασπόνδυλης πανίδας πραγματοποιήθηκαν συνολικά στην διάρκεια του προγράμματος. Αναλυτικότερα, οι δειγματοληψίες διεξαχθήκαν:

- Ιανουάριο 2006
- Απρίλιο 2006
- Νοέμβριο 2006
- Μάρτιο 2007
- Μάιο 2007
- Φεβρουάριο 2008
- Απρίλιο 2008

Στην περίοδο της πρώτης χειμερινής δειγματοληψίας (Ιανουάριο 2006) το λιμνίο ήταν καλυμμένο με πάγο. Η δειγματοληψία ήταν αδύνατη, ωστόσο μία πρόχειρη δειγματοληψία έγινε σπάζοντας την παγωμένη επιφάνεια του λιμνίου, για να μελετηθεί αν υπάρχουν ζωντανοί ασπόνδυλοι οργανισμοί. Το υπόστρωμα του λιμνίου διαταράχθηκε ελαφρώς με το χέρι, έτσι ώστε οι οργανισμοί να βγουν στην επιφάνεια του νερού και ένα μικρό δοχείο χρησιμοποιήθηκε για την συλλογή των οργανισμών, το οποίο βυθίστηκε προσεκτικά μέσα στο νερό, για να περισυλλεχθεί το διαταρασσόμενο υλικό. Τα Τριχόπτερα της οικογένειας *Limnephilidae* ήταν τα μοναδικά ασπόνδυλα που συλλέχθηκαν (έντεκα άτομα, νεκρά ή πιθανόν σε διάπαυση λόγω ψύχους). Την άνοιξη, η μακροασπόνδυλη πανίδα ανέκαμψε (Πίνακας 11) και επτά τάξα συλλέχθηκαν. Το ετερόπτερο *Plea minutissima* ήταν το κυρίαρχο, όσον αφορά την αφθονία (Πίνακας 11). Ακολούθησαν τα *Notonecta* και τα βραχιονόποδα της ομοταξίας *Cladocera*.

Κατά την διάρκεια του φθινοπώρου 2006 (Νοέμβριος 2006), η ποικιλότητα του λιμνίου αυξήθηκε (Πίνακας 12) και έντεκα τάξα συλλέχθηκαν εκ των οποίων το ετερόπτερο *Plea minutissima* που ήταν και πάλι το κυρίαρχο όσον αφορά την αφθονία, ακολουθούμενο από τα Limnerphilidae και τα Cladocera. Το 31% της βιοκοινωνίας αντιπροσωπεύτηκε από ετερόπτερα, το 22% από τριχόπτερα, 21 % από καρκινοειδή και 19% από κολεόπτερα. Επίσης εμφανίστηκε η *Artemia sp.*, η οποία όμως δεν απαντήθηκε στην συνέχεια όπως και το κολεόπτερο *Dryops sp.* Κατά την χειμερινή περίοδο (Μάρτιος 2007), η ποικιλότητα του λιμνίου μειώθηκε και έξι μόνο τάξα βρέθηκαν. Τα Cladocera και τα δίπτερα της οικογένειας Chironomidae κυριάρχησαν όσον αφορά την αφθονία, ενώ η υπόλοιπη βιοκοινωνία συγκροτήθηκε από τα *Plea minutissima*, τον δυτίσκο *Agabus sp.*, τα Limnerphilidae και τέλος το κολεόπτερο *Ochthebius sp.* Ο αριθμός των τάξα αυξήθηκε και πάλι κατά την ανοιξιάτικη περίοδο (Μάιος 2007) και επτά (7) τάξα συλλέχθηκαν, εκ των οποίων επικρατέστερα ήταν και πάλι τα *Plea minutissima* με ποσοστό αφθονίας 21%, τα οστρακώδη (Ostracoda) με ποσοστό αφθονίας 59% και τα οδοντόγναθα *Lestes dryas* με ποσοστό 17%. Τα υπόλοιπα είδη απαντήθηκαν με μικρές συγκριτικά αφθονίες (Πίνακας 12).

Η αφθονία καθώς και ο αριθμός των οικογενειών που απαντήθηκαν στο λιμνίο κατά την διάρκεια των εποχικών δειγματοληψιών του 2008, ήταν μειωμένος σε σύγκριση με τα προηγούμενα χρόνια. Η πανίδα του λιμνίου και στις δύο εποχές αντιπροσωπεύτηκε από τέσσερις οικογένειες. Η βιοκοινωνία του λιμνίου κυριαρχήθηκε από τα κολεόπτερα και στις δύο εποχές με ποσοστό αφθονίας 47% για το χειμώνα και 67% για την άνοιξη. Τα Limnerphilidae απαντήθηκαν τον χειμώνα με σημαντικό ποσοστό αφθονίας 32% αλλά δεν βρέθηκαν την άνοιξη. Το αντίθετο παρατηρήθηκε με τα ετερόπτερα που συγκρότησαν το 29% της ανοιξιάτικης πανίδας, ενώ δεν απαντήθηκαν κατά την διάρκεια της χειμερινής περιόδου.

Πίνακας 11. Σύνθεση μακροασπόνδυλης πανίδας του ΜΕΛ Ομαλού. (* 1-10; ** 10-50; *** 50-100; **** >100).
Lv - προνύμφη, Ad – ενήλικο.

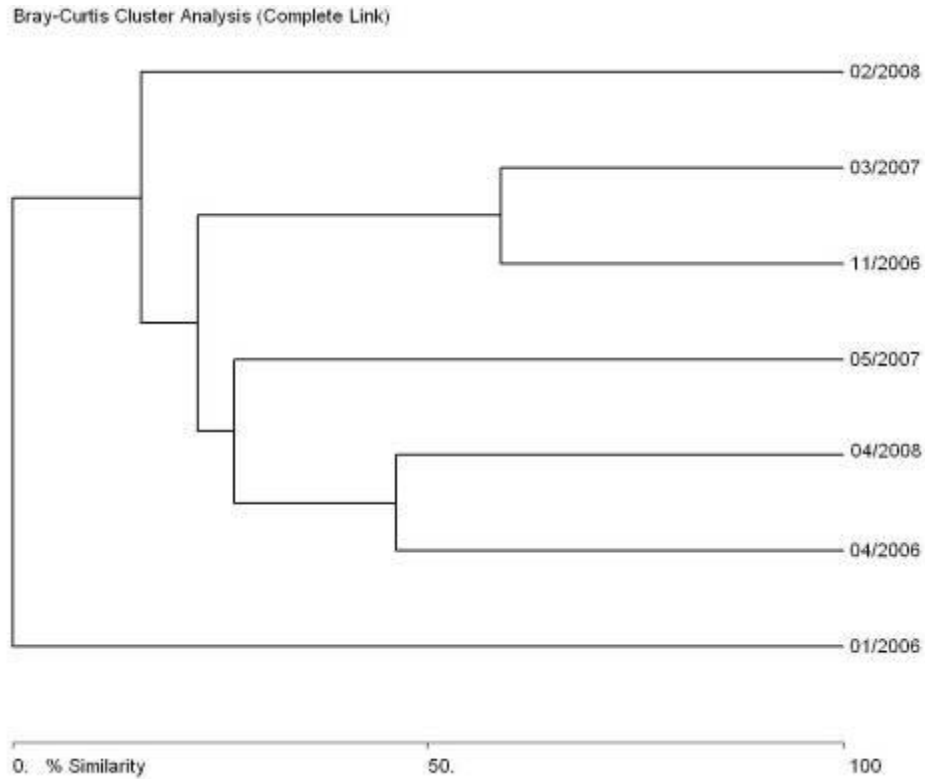
ΤΑΞΑ	ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ	ΕΙΔΟΣ	01/2006	04/2006	11/2006	03/2007	05/2007	02/2008	04/2008
Βδέλλες	ERPOBDELLIDAE	<i>Dina sp.</i>			*				
Οστρακώδη		Ostracoda Gen. sp.					**		
Βραγχιόποδα		Cladocera Gen. sp.		**	*	**			
Βραγχιόποδα	BRANCHIPODIDAE	<i>Artemia sp.</i>			*				
Οδοντόγναθα	COENAGRIONIDAE	<i>Coenagrion sp.</i>		*					
	LESTIDAE	<i>Lestes dryas</i>					**		
Ετερόπτερα	CORIXIDAE	<i>Hesperocorixa sahlbergi</i>					*		
	NOTONECTIDAE	<i>Notonecta sp.</i>		**			*		*
	PLEIDAE	<i>Plea minutissima</i>		****	**	*	**		
Κολεόπτερα	CURCULIONIDAE	Curculionidae Gen. sp.						*	
	DRYOPIDAE	<i>Dryops sp. Lv.</i>			*				
	DYTISCIDAE	<i>Agabus nebulosus Ad.</i>			*			*	*
		<i>Agabus nebulosus Lv.</i>			*				
		<i>Agabus sp. Lv.</i>		*		*			*
		<i>Hydroglyphus sp. Lv.</i>			*				
		<i>Hydroporus pubescens Ad.</i>						*	
		<i>Laccophilus sp. Ad.</i>					*		
	HYDRAENIDAE	Hydraenidae Gen. sp. Ad.		*					*
		<i>Ochthebius sp. Ad.</i>			*	*			
Τριχόπτερα	LIMNEPHILIDAE	Limnephilidae Gen. sp.	**	*	**	*		*	
Δίπτερα	CHIRONOMIDAE	Chironomidae Gen. sp.			*	**	*	*	*

Πίνακας 12. Σύθεση και δομή της βιοκοινωνίας του ΜΕΛ Ομαλού.

	01/2006	04/2006	11/2006	03/2007	05/2007	02/2008	04/2008
Αφθονία	12	315	78	51	102	19	21
Αριθμός οικογενειών	1	7	9	6	7	4	4
Αριθμός ειδών	1	8	11	6	7	5	4
Ταξινομική ομάδα [%]							
Καρκινοειδή	0	4	21	29	59	0	0
Οδοντόγναθα	0	0	0	0	17	0	0
Κολεόπτερα	0	2	19	24	1	47	67
Δίπτερα	0	0	6	22	3	21	5
Βδέλλες	0	0	1	0	0	0	0
Ετερόπτερα	0	91	31	20	21	0	29
Τριχόπτερα	100	2	22	6	0	32	0

Η μακροασπόνδυλη πανίδα του Ομαλού παρουσιάζει σημαντική διαφοροποίηση από εποχή σε εποχή. Η εποχική διαφοροποίηση της πανίδας απεικονίζεται ευδιάκριτα στο δενδρόγραμμα ομαδοποίησης (Σχήμα 2). Οι εποχές που ομαδοποιούνται μεταξύ τους έχουν πολύ χαμηλό ποσοστό ομοιότητας ενώ μόνο σε μία περίπτωση η ομοιότητα της βιοκοινωνίας μεταξύ εποχών ξεπερνάει το 50% (11/2006 – 04/2007).

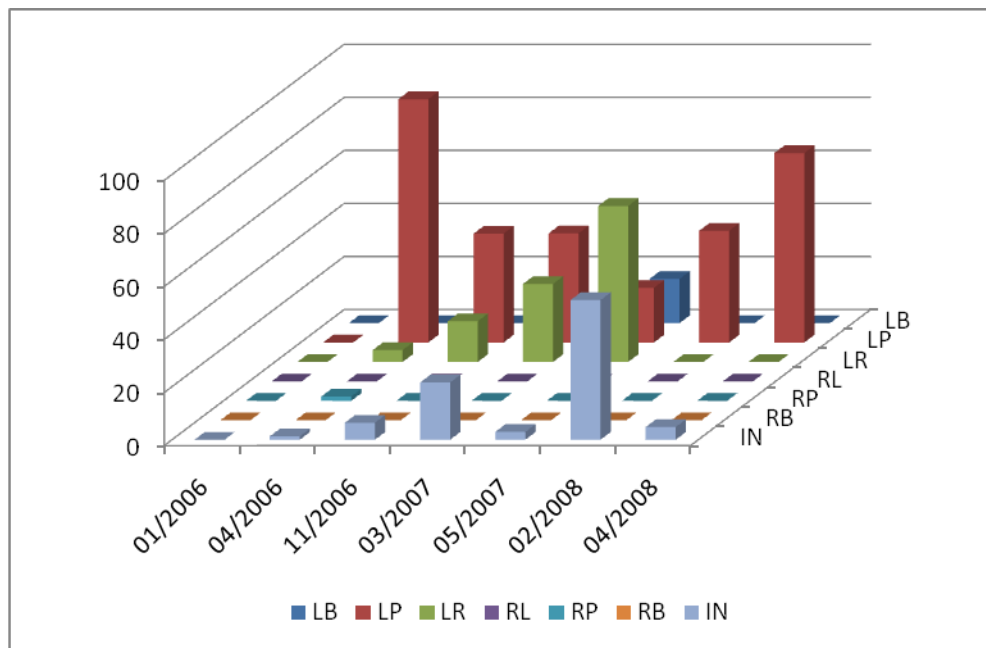
Σχήμα 2. Δενδρόγραμμα ομαδοποίησης της μακροασπόνδυλης πανίδας του ΜΕΛ Ομαλού για κάθε εποχή.



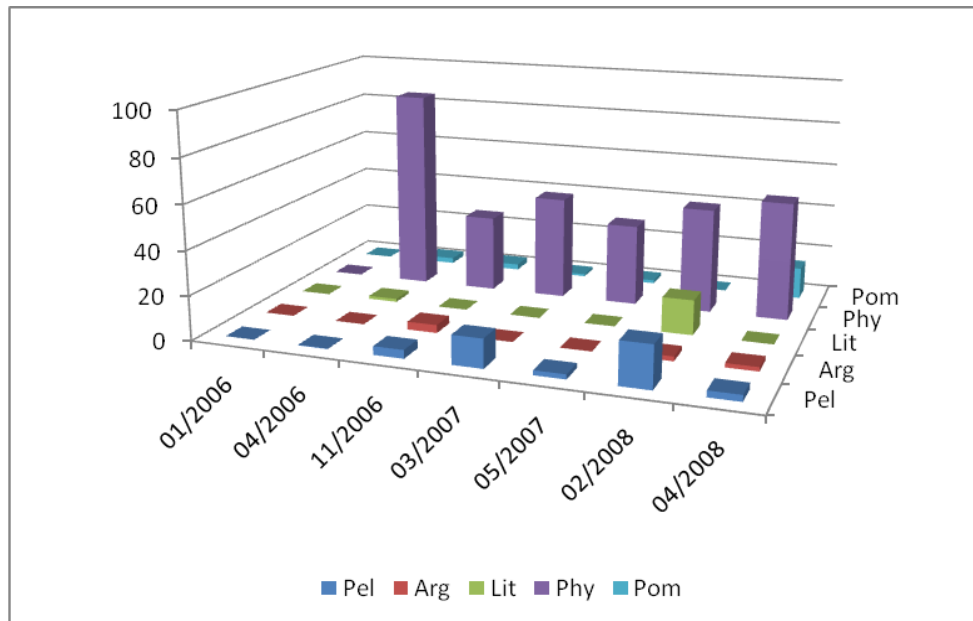
Οι οικολογικές πληροφορίες για την βενθική ασπόνδυλη πανίδα του Ομαλού παρουσιάζονται στον πίνακα 13. Λόγω του παγετού, που δεν επέτρεψε την διεκπεραίωση της πρώτης δειγματοληψίας που πραγματοποιήθηκε στο λιμνίο (Ιανουάριος 2006), δεν προκύπτουν ασφαλή συμπεράσματα για την συγκεκριμένη εποχή. Το μεγαλύτερο ποσοστό της βενθικής πανίδας (Σχήμα 1) συγκροτήθηκε από λιμνόφιλους (LP) μακροασπόνδυλους οργανισμούς που απαντώνται σε στάσιμα νερά και σπανίως χαμηλές ροές, ενώ ένα πολύ μικρό ποσοστό εκπροσωπήθηκε από τάξα που βρίσκονται συνήθως σε στάσιμα νερά και συχνά σε χαμηλές ροές (LR) και που δεν έχουν κάποια ιδιαίτερη προτίμηση στην ροή (IN) (π.χ. Chironomidae).

Το ενδιαίτημα ενός βιότοπου καθορίζει σε μεγάλο βαθμό την δομή και σύνθεση της υδρόβιας πανίδας. Το λιμνίο του Ομαλού καταλαμβάνεται από πλούσια υδρόβια βλάστηση και συνεπώς η υδρόβια πανίδα που θα αποικήσει το λιμνίο θα συγκροτείται κυρίως από οργανισμούς που εξαρτώνται από φυτικά ενδιαίτηματα. Η πλειοψηφία των μακροασπόνδυλων απαντήθηκε κυρίως σε φυτικά υποστρώματα (Type Phytal), όπως φαίνεται και στο σχήμα 2. Ένα μικρό ποσοστό της πανίδας αντιπροσωπεύτηκε από τάξα που αποικούν λασπώδη υποστρώματα (Pel) (Σχήμα 2, Πίνακας 13).

Σχήμα 1. Προτίμηση τύπου ροής των βενθικών μακροασπόνδυλων του Ομαλού.



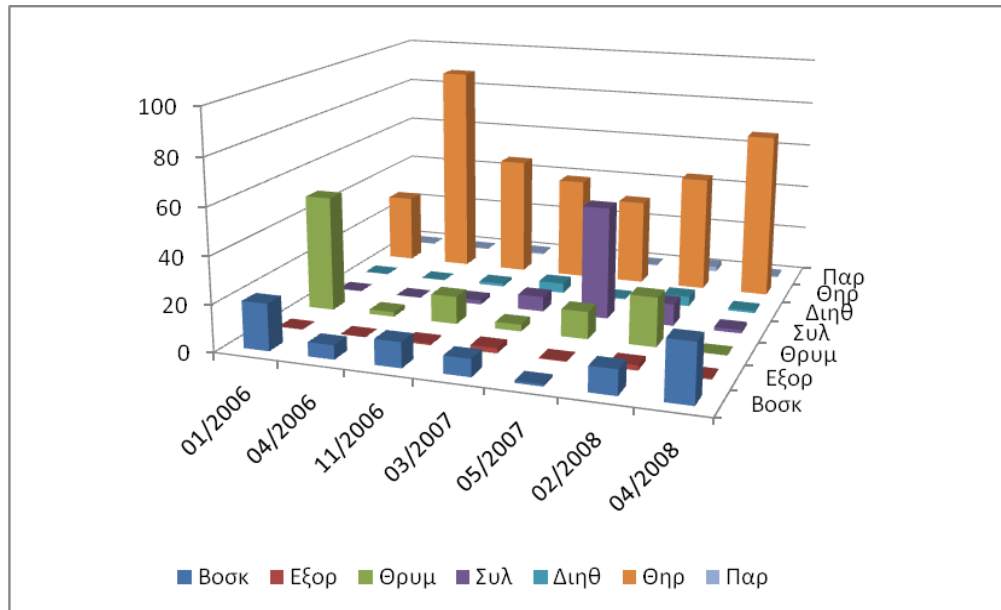
Σχήμα 2. Προτίμηση ενδιαιτημάτων των βενθικών μακροασπόνδυλων του Ομαλού.



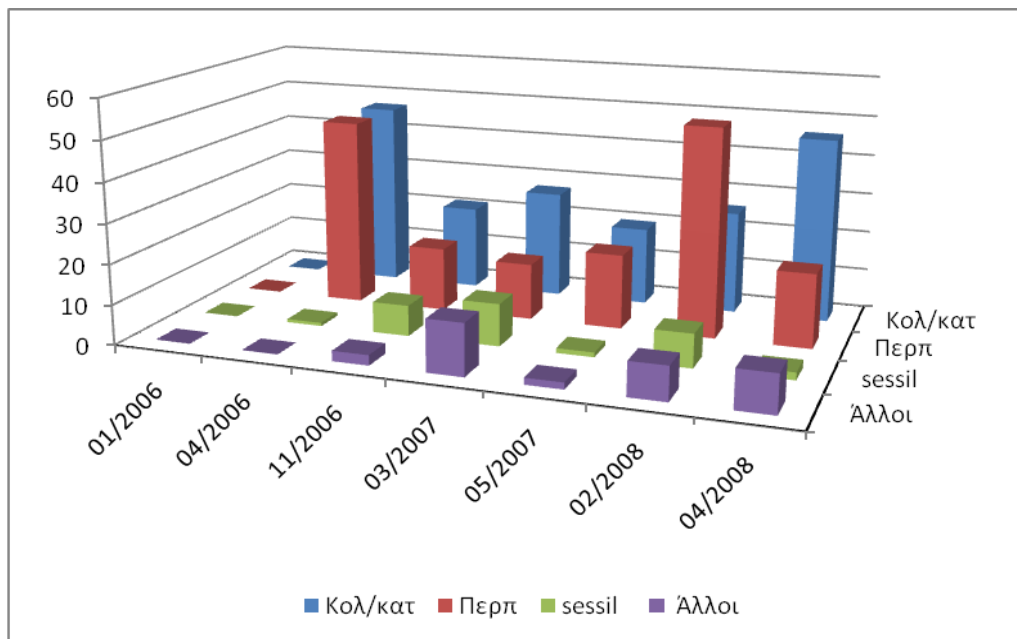
Χαρακτηριστικά είδη που απαντώνται σε φυτικά ενδιαιτήματα είναι το *Plea minutissima*, *Coenagrion*, κάποιες οικογένειες κολεόπτρων και δίπτερων καθώς και μερικά είδη της οικογένειας Limnephilidae. Ασπόνδυλα που απαντώνται σε φυτικά υποστρώματα κυριάρχησαν σε όλες τις εποχές και καθ'όλη την διάρκεια της παρακολούθησης του λιμνίου (Σχήμα 2).

Η μακροασπόνδυλη πανίδα του Ομαλού αντιπροσωπεύτηκε από θηρευτές όπως είναι τα οδοντόγναθα, κολεόπτερα και ετερόπτερα, ακολουθούμενους από τους θρυμματοφάγους (shredders) και τους βοσκητές (grazers) (Σχήμα 3). Τέλος, οι κυρίαρχοι τύποι κίνησης ήταν οι κολυμβητές/καταδύτες (π.χ. Κολεόπτερα και Ετερόπτερα) και οι περπατητές (π.χ. Οδοντόγναθα) (Σχήμα 4, Πίνακας 13).

Σχήμα 3. Τροφικές συνήθειες των βενθικών μακροασπόνδυλων του Ομαλού.



Σχήμα 4. Τύποι κίνησης των βενθικών μακροασπόνδυλων του Ομαλού.



Πίνακας 13. Οικολογικές πληροφορίες της βενθικής πανίδας του ΜΕΛ Ομαλού. Οι επεξηγήσεις των κωδικών για την προτίμηση τύπου ροής και ενδιαιτήματος δίνονται στο Παράρτημα 1.

	01/2006	04/2006	11/2006	03/2007	05/2007	02/2008	04/2008
Προτίμηση τύπου Ροής [%]							
LB	0	0	0	0	17	0	0
LP	0	92	41	41	21	42	71
LR	0	4	15	29	59	0	0
RL	0	0	0	0	0	0	0
RP	0	2	0	0	0	0	0
RB	0	0	0	0	0	0	0
IN	0	1	6	22	3	53	5
Δεν υπάρχουν στοιχεία	100	1	37	8	1	5	24
Προτίμηση ενδιαιτήματος [%]							
Pel	0	0	4	13	2	19	3
Arg	0	0	4	0	0	2	2
Psa	0	0	0	0	0	3	0
Aka	0	0	2	0	0	1	1
Lit	0	1	0	0	0	16	0
Phy	0	90	35	46	37	47	53
Pom	0	2	3	1	1	0	14
Oth	0	0	5	4	1	6	3
Δεν υπάρχουν στοιχεία	100	5	49	35	59	5	24
Τροφικές συνήθειες [%]							
Βοσκητές	20	6	11	7	1	11	25
Εξορύκτες (miners)	0	0	1	2	0	2	0
Ξυλοφάγοι	0	0	0	0	0	0	0
Θρυμματοφάγοι	50	2	12	3	12	21	0
Συλλέκτες	0	0	2	6	49	9	1
Ενεργοί διηθηματοφάγοι	0	0	1	4	1	4	1
Παθητικοί διηθηματοφάγοι	0	0	0	0	0	0	0
Θηρευτές	30	92	52	45	38	51	72
Παράσιτα	0	0	1	2	0	2	0
Άλλες τροφικές συνήθειες	0	0	0	0	0	0	0
Τύποι κίνησης [%]							
Κολυμβητές/κινούμενοι στην επιφάνεια	0	0	0	0	0	0	0
Κολυμβητές/καταδύτες	0	47	21	27	20	26	46
Φωλιαστές	0	0	0	0	0	0	0
Περπατητές	0	47	16	14	19	52	19
(semi)sessil (π.χ. Δίθυρα)	0	1	8	11	1	8	2
Άλλοι (π.χ. αναρριχητές)	0	0	3	13	2	8	10
Δεν υπάρχουν στοιχεία	100	5	53	35	59	5	24

Από τις δειγματοληψίες των τριών ετών τα παρακάτω συμπεράσματα προκύπτουν για την βενθική πανίδα του λιμνίου:

α) η πανίδα του λιμνίου παρουσιάζει σημαντική εποχική διαφοροποίηση σε σχέση με τη σύνθεσή της (Πίνακας 13), αλλά η δομή της (π.χ. τροφικές συνήθειες, τύποι κίνησης) παραμένει σχεδόν σταθερή (σχήματα 1, 2, 3 και 4).

β) αποτελείται κυρίως από ανθεκτικά είδη. Τα ανθεκτικά είδη επιβιώνουν είτε μειώνοντας τον κύκλο ζωής τους, το οποίο πιθανόν να δικαιολογεί και την σύντομη παρουσία κάποιων ειδών στο λιμνίο, είτε με την ανθεκτικότητα των αυγών τους (π.χ. οστρακώδη, βραγχιόποδα κτλ.).

γ) παροδικά, συγκροτήθηκε από είδη (ευκαιριακά είδη) που χρησιμοποιούν το λιμνίο ως προσωρινό 'καταφύγιο' για επιβίωση από ανεπιθύμητες συνθήκες (κάποια είδη απαντήθηκαν μόνο μία φορά στην περίοδο των τριών ετών).

Στις εικόνες παρακάτω απεικονίζονται μερικά από τα χαρακτηριστικά είδη που απαντήθηκαν στο ΜΕΛ Ομαλού.



Limnephilidae (Photo: I. Karaouzas)

Artemia sp. (Photo: www.microimaging.ca)

Agabus nebulosus (Photo: F. Köhler; <http://koleopterologie.de>)

Laccophilus sp. (Photo: J. Dvorak; <http://koleopterologie.de>)

Ilybius sp. (Picture taken from "Fauna Germanica: Die Käfer des deutschen Reiches" 1909)

Hesperocorixa sahlbergi (Photo: T. Faasen; <http://koleopterologie.de>)

Notonecta sp. (Photo: B. Van Der Krieken; <http://koleopterologie.de>)

Plea minutissima (Photo: C. Weisenböhrer; <http://koleopterologie.de>)

Lestes dryas (Photo: http://assoslo.free.fr/images/Lestes_dryas.jpg)

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η βενθική ασπόνδυλη πανίδα των ΜΕΛ της Δυτικής Κρήτης μελετήθηκε για τρία συνεχή έτη με χειμερινές και ανοιξιάτικες δειγματοληψίες, δίνοντας έτσι μια καλή εικόνα για την σύνθεση, δομή και λειτουργία της καθώς και τις χρονικές μεταβολές της. Οι χαρακτηριστικοί μακροασπόνδυλοι οργανισμοί που απαντήθηκαν στα ΜΕΛ της Κρήτης περιλαμβάνουν τα μικρο-καρκινοειδή, τα ετερόπτερα, κολεόπτερα και οδοντόγναθα ενώ σημαντική είναι και η παρουσία των δίπτερων.

Η μακροασπόνδυλη πανίδα του κάθε λιμνίου που μελετήθηκε είναι ιδιαίτερη και παρουσιάζει σημαντικές εποχικές μεταβολές. Τα λιμνία συγκροτήθηκαν από διαφορετικά είδη και δεν παρουσίασαν καμία ομοιότητα μεταξύ τους. Οι πιθανότεροι λόγοι για την διαφορετικότητα αλλά και τη ποικιλομορφία των βενθικών κοινωνιών των ΜΕΛ οφείλονται στα παρακάτω:

- α) γεωγραφική θέση
- β) σύνθεση των ενδαιτημάτων περιμετρικά και εντός των λιμνίων
- γ) κατάσταση (ποιότητα) των υδάτων τους
- δ) παρουσία άλλων κοντινών υδάτινων σωμάτων
- ε) διαφορετική υδροπερίοδο (π.χ. τα ΜΕΛ του Ελαφονησίου διατηρούν νερό μόνο για μερικές μέρες, ενώ του Ομαλού για σχεδόν όλο το έτος)
- στ) μέγεθος του λιμνίου (μεγαλύτερα λιμνία φιλοξενούν περισσότερα είδη (Eitam et al. 2004; Wilcox 2001))

Όπως αναφέρθηκε νωρίτερα στην εισαγωγή, οι βενθικοί οργανισμοί που αποικούν τα ΜΕΛ, βρίσκονται σε πολύ ασταθή και απρόβλεπτα οικοσυστήματα τα οποία διατηρούν νερό μόνο κατά την διάρκεια των βροχερών περιόδων. Ωστόσο, οι μακροασπόνδυλοι οργανισμοί των ΜΕΛ της Δ. Κρήτης είναι αντιμέτωποι με τις έντονες ανθρωπογενείς δραστηριότητες της περιοχής, όπως απόρριψη στερεών απορριμμάτων, γεωργική

ρύπανση, παρεμβάσεις εντός αλλά και περιμετρικά των λιμνίων, βόσκηση και άλλα πολλά. Οι πιέσεις αυτές μπορούν να οδηγήσουν, ή το έχουν ήδη κάνει, στην εξαφάνιση μη ανθεκτικών ειδών στην ρύπανση. Για παράδειγμα, το λιμνίο των Φαλασάρνων που βρίσκεται ανάμεσα στις αμμοθίνες της παράκτιας ζώνης και κατάντη των θερμοκηπίων της περιοχής έχει αυξημένα επίπεδα αλατότητας αλλά και θρεπτικών από τα γεωργικά φάρμακα και λιπάσματα των θερμοκηπίων. Ωστόσο, οι οργανισμοί που απαντώνται στο λιμνίο είναι ανθεκτικοί στην αυξημένη αλατότητα αλλά και στην ρύπανση. Η ρύπανση πιθανόν να αποτέλεσε έναν περιοριστικό παράγοντα στο παρελθόν (όταν εντατικοποιήθηκε η αγροτική δραστηριότητα στην περιοχή) στην ποικιλότητα του λιμνίου που ενδεχομένως να ήταν διαφορετική από ότι είναι σήμερα. Επιπλέον, τα ΜΕΛ, όπως διαπιστώθηκε μέσα από τις δειγματοληψίες, εξυπηρετούν και ως καταφύγια επιβίωσης (refugia) για κάποιους συγκεκριμένους ασπόνδυλους οργανισμούς (π.χ. κολεόπτερα). Οι έντονες παρεμβάσεις καθώς και η ρύπανση μπορούν να αποβούν μοιραίες για τα είδη αυτά, με σημαντικές συνέπειες στους πληθυσμούς τους.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Eitam A., Blaustein L., Van Dam K., Dumont H.J. & Martens K. 2004. Crustacean species richness in temporary pools: relationship with habitat traits. *Hydrobiologia* 525: 125-130.

Schneider D.W. & Frost T.M. 1996. Habitat duration and community structure in temporary ponds. *Journal of North American Benthological Society* 15: 64–86.

Wiggins G.B., Mackay R.J. & Smith I.M. 1980. Evolutionary and ecological strategies of animals in annual temporary pools. *Archives fur Hydrobiologie Supplement* 58: 97–206.

Wilcox C. 2001. Habitat size and isolation affect colonization of seasonal wetlands by predatory aquatic insects. *Israel Journal of Zoology* 47: 459-475.

Williams, D.D. 1997. Temporary ponds and their invertebrate communities. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 7: 105-117.

Παράρτημα. Επεξηγήσεις των οικολογικών στοιχείων όσον αφορά τους τύπους ροής και ενδαιτημάτων.

Προτίμηση τύπου Ροής	Προτίμηση τύπου Ροής
Type LB	Limnobiont (Απαντώνται σε στάσιμα νερά)
Type LP	Limnophil (Απαντώνται συνήθως σε στάσιμα νερά και σπανίως σε χαμηλές ροές)
Type LR	Limno-to rheophil (Απαντώνται συνήθως σε στάσιμα νερά και συχνά σε χαμηλές ροές)
Type RL	Rheo-to limnophil (Απαντώνται συνήθως σε ποτάμια χαμηλής ροής και σε λιμνάζουσες ζώνες)
Type RP	Rheophil (Απαντώνται συνήθως σε ποτάμια μέτριας με μεγάλης ροής)
Type RB	Rheobiont (Απαντώνται σε ποτάμια με υψηλές ροές)
Type IN	Indifferent (Καμία συγκεκριμένη προτίμηση ροής)
Προτίμηση ενδαιτηματος	Προτίμηση ενδαιτηματος
Type Pel	Pelal (ιλύς; Κόκκοι < 0.063 mm)
Type Arg	Argyllal (ιλύς, άργιλος, λάσπη; Κόκκοι < 0.063 mm)
Type Psa	Psammal (άμμος; Κόκκοι 0.063 - 2 mm)
Type Aka	Akal (λεπτόκοκκο υλικό; Κόκκοι 0.2 - 2 cm)
Type Lit	Lithal (χοντρόκοκκο υλικό, λίθοι, κροκάλες Κόκκοι > 2cm)
Type Phy	Phytal (άλγη, μακρόφυτα, βρύα)
Type Pom	Particulate organic matter (οργανική ύλη π.χ νεκρά φύλλα, ξύλα κ.α)
Type Oth	Other (άλλα ενδαιτήματα)