

ΒΙΟΛΟΓΙΑ, ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΕΝΤΟΜΩΝ ΤΗΣ ΤΑΞΗΣ ΟΔΟΝΑΤΑ

ΤΕΙ ΚΡΗΤΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΓΕΩΠΟΝΩΝ



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**ΒΙΟΛΟΓΙΑ, ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΕΝΤΟΜΩΝ
ΤΗΣ ΤΑΞΗΣ ΟΔΟΝΑΤΑ**



ΦΟΙΤΗΤΗΣ: ΑΛΥΓΙΖΑΚΗΣ ΣΤΕΦΑΝΟΣ

ΕΙΣΗΓΗΤΡΙΑ: ΙΑΣΜΗ ΣΤΑΘΗ

ΗΡΑΚΛΕΙΟ

ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2015

ΚΑΘΗΓΗΤΕΣ ΤΡΙΜΕΛΟΥΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ

ΙΑΣΜΗ ΣΤΑΘΗ

ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΚΟΛΛΑΡΟΣ

ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΣ ΑΛΥΣΣΑΝΔΡΑΚΗΣ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα εργασία εξετάζει την τάξη των Οδοντόγναθων από άποψη μορφολογίας, βιο-οικολογίας, εξέλιξης και ταξινομικής ταυτότητας, συζητώντας παράλληλα τις σημαντικότερες ενστάσεις στις επικρατέστερες θεωρητικές προσεγγίσεις σε αυτούς τους τομείς. Διαμορφώθηκε μέσα από το πρίσμα μιας οικολογικής προσέγγισης που βλέπει κριτικά και με σκεπτικισμό εκείνη την ανθρώπινη παρέμβαση η οποία δεν συνυπολογίζει το κόστος της ανθρώπινης δραστηριότητας στη διατάραξη και καταστροφή των οικοσυστημάτων με έμφαση στην Τάξη των εντόμων που αποτελούν το αντικείμενο της παρούσας πτυχιακής μελέτης.

Στην εκπόνηση της μελέτης μου συνέβαλαν άτομα τα οποία θα ήθελα να ευχαριστήσω. Αρχικά Θα ήθελα να ευχαριστήσω την Εισηγήτρια μου Δρ. Ιάσμη Στάθη η οποία με βοήθησε στη συγγραφή και διόρθωση της πτυχιακής μου μελέτης μου και την Γιώτα Ψειροφονιά για την βοήθεια της. Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την κ. Αθανασία Μαυρούδη, Εκπαιδευτικό, για τη βοήθεια της στην ανεύρεση Ξένης βιβλιογραφίας, καθώς και στην μετάφραση ορισμένων επιστημονικών συγγραμμάτων.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	2
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	3
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	5
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	6
2. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ	8
3. ΕΞΕΛΙΞΗ	12
3.1. ΠΑΛΑΙΟΝΤΟΛΟΓΙΑ, ΑΠΟΛΙΘΩΜΑΤΑ ΚΑΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	12
3.1.1. ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΕΝΤΟΜΩΝ ΚΑΙ ΟΔΟΝΤΟΓΝΑΘΑ	12
3.1.2. ΕΚΛΙΠΟΝΤΑ ΕΙΔΗ ΚΑΙ ΚΡΙΚΟΙ ΕΞΕΛΙΞΗΣ	13
3.2. ΕΞΕΛΙΞΗ, ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΚΑΙ ΕΝΣΤΑΣΕΙΣ.....	17
3.2.1. ΑΝΩΤΕΡΕΣ ΣΧΕΣΕΙΣ ΤΗΣ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ (ΣΕ ΕΠΙΠΕΔΟ ΤΑΞΕΩΝ).....	17
3.2.2. ΚΑΤΩΤΕΡΕΣ ΣΧΕΣΕΙΣ ΤΗΣ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ (ΣΕ ΕΠΙΠΕΔΟ ΥΠΟΤΑΞΕΩΝ).....	19
3.2.3. ΣΗΜΕΙΑ ΣΥΓΚΛΙΣΗΣ ΚΑΙ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ.....	21
4. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ	22
4.1. ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΝΥΜΦΗΣ ΚΑΙ ΑΚΜΑΙΟΥ	22
4.1.1. ΝΥΜΦΗ	22
4.1.1.1. ΜΑΣΗΤΙΚΑ ΜΟΡΙΑ	22
4.1.1.2. ΚΟΙΛΙΑ: ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΟ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ	24
4.1.2. ΑΚΜΑΙΑ	27
4.1.2.1. ΕΞΩΣΚΕΛΕΤΙΚΗ ΔΟΜΗ.....	29
4.1.2.2. ΟΦΘΑΛΜΟΙ.....	31
4.2. ΦΤΕΡΑ ΚΑΙ ΠΤΗΣΗ	33
4.2.1. ΔΟΜΗ.....	33
4.2.2. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ	35
4.3. ΜΕΓΕΘΟΣ ΚΑΙ ΧΡΩΜΑΤΑ	36
5. ΒΙΟΛΟΓΙΑ - ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ	38
5.1. ΣΤΑΔΙΑ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ	38
5.1.1. ΕΠΑΝΑΠΡΟΣΔΙΟΡΙΖΟΝΤΑΣ ΤΗΝ ΟΡΟΛΟΓΙΑ	38
5.1.2. ΣΤΑΔΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ.....	39
5.1.2.1. ΩΟΤΟΚΙΑ ΚΑΙ ΑΥΓΑ.....	39
5.1.2.2. ΣΤΑΔΙΟ ΤΗΣ ΝΥΜΦΗΣ	42
5.1.2.3. ΤΟ ΕΝΗΛΙΚΟ ΕΝΤΟΜΟ	46
5.1.3. ΖΕΥΓΑΡΩΜΑ ΚΑΙ ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ	47

5.1.3.1.	ΕΔΑΦΙΚΗ ΔΙΕΚΔΙΚΗΣΗ ΚΑΙ ΕΠΙΛΟΓΗ.....	47
5.1.3.2.	ΣΤΑΣΗ ΣΥΖΕΥΞΗΣ ΚΑΙ ΟΧΕΙΑ	48
5.1.3.3.	ΕΝΑΠΟΘΕΣΗ ΑΥΓΩΝ ΚΑΙ ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ	51
5.1.4.	ΓΕΝΕΕΣ ΑΝΑ ΕΤΟΣ	53
5.2.	ΒΙΟΓΕΩΓΡΑΦΙΑ.....	53
5.2.1.	ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑ ΚΑΙ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗ	53
5.2.2.	ΓΕΩΓΡΑΦΙΑ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ.....	55
5.3.	ΤΡΟΦΗ	56
5.4.	ΕΧΘΡΟΙ.....	58
5.4.1.	ΦΥΣΙΚΟΙ ΕΧΘΡΟΙ.....	59
5.4.2.	ΑΝΘΡΩΠΟΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΗ ΤΩΝ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ.....	60
5.5.	ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΚΑΙ ΩΦΕΛΙΜΟΤΗΤΑ ΣΤΟΝ ΑΝΘΡΩΠΟ.....	62
5.5.1.	ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΑΛΥΣΙΔΑ ΚΑΙ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ	62
5.5.2.	ΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΠΗΓΗ ΤΡΟΦΗΣ.....	63
5.5.3.	ΤΑ ΟΔΟΝΤΟΓΝΑΘΑ ΩΣ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΟΣ ΔΕΙΚΤΗΣ.....	64
6.	ΟΔΟΝΤΟΓΝΑΘΑ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ	65
6.1.	ΓΕΝΙΚΑ.....	65
6.2.	ΤΟ ΕΝΔΗΜΙΚΟ ΕΙΔΟΣ <i>CORDULEGASTER HELLADICA</i>	70
6.3.	ΤΑ ΟΔΟΝΤΟΓΝΑΘΑ ΤΗΣ ΚΡΗΤΗΣ.....	70
6.4.	ΤΟ ΕΝΔΗΜΙΚΟ ΕΙΔΟΣ ΤΗΣ ΚΡΗΤΗΣ <i>BOYERIA CRETENSIS</i>	73
7.	ΕΠΙΛΟΓΟΣ.....	75

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα Οδοντόγναθα αποτελούν μία από τις αγαπητές ομάδες παρατήρησης των ερασιτεχνών τόσο εξαιτίας των εντυπωσιακών τους χρωμάτων όσο και του γεγονότος ότι πρόκειται για οργανισμούς οι οποίοι δεν άλλαξαν πρακτικά καθόλου τα τελευταία 300 εκατομμύρια χρόνια. Ο βασικός άξονας της μελέτης περιλαμβάνει πληροφορίες σχετικές με τα Οδοντόγναθα που αφορούν στοιχεία Ταξινομικής η όποια μελετάται παράλληλα και με την εξέλιξη των εντόμων τα τελευταία 300 εκατομμύρια χρόνια (!) Μορφολογίας, Βιολογίας, και Οικολογίας. Τέλος Γίνεται μια προσπάθεια να εντοπιστούν από διάφορες πηγές τα είδη που υπάρχουν στην Ελλάδα γενικότερα αλλά και στην Κρήτη συγκεκριμένα.

Οι «λιβελούλες», όπως είναι ευρύτερα γνωστά τα Οδοντόγναθα, είναι σε γενικές γραμμές ένα γνωστό και μικρό σύνολο εντόμων που απαριθμεί περίπου 6. 000 είδη, ωστόσο, ειδικά στην Ευρώπη, δεν είναι σπάνιο το φαινόμενο της ανακάλυψης νέων ειδών αυτού του εντόμου η τάξη του οποίου θεωρείται από τις αρχαιότερες. Το έντομο πήρε το λατινικό όνομα «λιβελούλα» από τους μελετητές της εποχής, που σημαίνει υδροστάθμη, το 1552 εξαιτίας της ομοιότητας της μορφής της νύμφης με ψάρι αυτού του ονόματος και της προτίμησής του στα υγρά περιβάλλοντα. Τα Ανισόπτερα και τα Ζυγόπτερα, που συναποτελούν τις υποτάξεις που συνιστούν τα Οδοντόγναθα, έχουν ελληνική ετοιμολογία: ο όρος ζυγός+πτερά αναφέρεται στο έντομο του οποίου τα φτερά είναι ίσα, ενώ αντίθετα ο όρος άνισο+πτερά αναφέρεται στο έντομο του οποίου τα φτερά δεν είναι ίσα, υποδηλώνοντας μια από τις ειδοποιούς διαφορές των δύο υποτάξεων (Meyer, 2014).

Για τους Άγγλους φυσιολάτρεις-παρατηρητες βρίσκονται τόσο ψηλά στις προτιμήσεις τους που έχουν δώσει κοινές ονομασίες σε πολλά είδη για παράδειγμα το Είδος *Aeshna mixta* έχει κοινή ονομασία Migrant Hawker ενώ για το Είδος *Aeshna affinis* η κοινή ονομασία είναι Blue Eyed Hawker ή Southern Migrant Hawker

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η Τάξη Οδοντόγναθα είναι από τις αρχαιότερες τάξεις εντόμων που γνωρίζουμε σήμερα και τα απολιθώματα μαρτυρούν πως η ιστορία τους ξεκινά τουλάχιστον 300 εκατομμύρια χρόνια πριν. Σήμερα απαντώνται σε όλες τις ηπείρους με εξαίρεση τα πολικά κλίματα και τις περιοχές που καλύπτονται καθ' όλη σχεδόν τη διάρκεια του έτους με χιόνια και πάγους. Οι «λιβελούλες», όπως είναι ευρύτερα γνωστές, είναι σε γενικές γραμμές ένα γνωστό και μικρό σύνολο εντόμων που απαριθμεί περίπου 6. 000 είδη, ωστόσο, ειδικά στην Ευρώπη, δεν είναι σπάνιο το φαινόμενο της ανακάλυψης νέων ειδών αυτού του εντόμου η τάξη του οποίου θεωρείται από τις αρχαιότερες. Το έντομο πήρε το λατινικό όνομα «λιβελούλα», που σημαίνει υδροστάθμη, το 1552 από τον Gulielmus Rondeletius εξαιτίας της ομοιότητας της μορφής της νύμφης με ψάρι αυτού του ονόματος και της προτίμησής του στα υγρά περιβάλλοντα. Τα Ανισόπτερα και τα Ζυγόπτερα, που συναποτελούν τις υποτάξεις που συνιστούν τα Οδοντόγναθα, έχουν ελληνική ετοιμολογία: ο όρος ζυγός+πτερά αναφέρεται στο έντομο του οποίου τα φτερά είναι ίσα, ενώ αντίθετα ο όρος άνισο+πτερά αναφέρεται στο έντομο του οποίου τα φτερά δεν είναι ίσα, υποδηλώνοντας μια από τις ειδοποιούς διαφορές των δύο υποτάξεων (Abbott, 2005).

Μεγάλο ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα στάδια αναπτυξής τους καθώς οι νύμφες τους είναι άπτερες, υδρόβιες ενώ το ακμαίο χερσαίο. Ενώ είναι από τα έντομα που είναι τέλεια προσαρμοσμένα στο περιβάλλον είναι πολύ ευαίσθητα στις απότομες αλλαγές και για αυτό αποτελούν δείκτες για τη μόλυνση των υδρόβιων περιοχών από την παρέμβαση του ανθρώπου (Abbott, 2005).

Ίσως είναι χαρακτηριστικό το γεγονός ότι η δομή και η μορφολογία τους μοιάζει πολύ στα πρώτα έντομα δίνοντας την εντύπωση ότι έχουν προσαρμοστεί με επιτυχία σε γεωφυσικές και περιβαλλοντικές αλλαγές εκατομμυρίων χρόνων, αλλάζοντας ελάχιστα από την αρχική του μορφή, με εξαίρεση φυσικά το μέγεθός τους (Εικ. 5), που σαφώς προσαρμόστηκε στα μεταβαλλόμενα δεδομένα. Ζώντας κατά το ήμισυ της ζωής τους στο νερό και κατά το ήμισυ στην ξηρά, ως ενήλικα, τα Οδοντόγναθα διαθέτουν όλους εκείνους τους μηχανισμούς και τα χαρακτηριστικά που τους επιτρέπουν να προσαρμόζονται στο εκάστοτε οικοσύστημα. Αυτό μέχρι στιγμής συντελείται μέχρι τα όρια που του θέτει η ανθρώπινη παρέμβαση, που αλλάζει τους κανόνες του παιχνιδιού: οι αλλαγές δεν λαμβάνουν

πλέον χώρα με την πάροδο χιλιάδων ετών, ομαλά και σταδιακά, αλλά βίαια, απότομα και η προσαρμογή στα νέα δεδομένα είναι για την τάξη των Οδοντόγναθων η νέα πρόκληση στην επιβίωσή τους (Πηγή: <http://www.earthlife.net/insects/odonata.html>, Watts, 2004).

2. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ

Τα Οδοντόγναθα αποτελούν μια τάξη εντόμων η ταξινόμηση της οποίας ίσως αποτελεί μια από τις σπουδαιότερες αφορμές διαφωνίας εντός της κοινότητας των ειδικών. Η βασική συστηματική τους ταξινόμηση παρατίθεται στον Πίνακα 1 (Corbet, 1999, Schorr et al 2010):

Πίνακας 1: Ταξινόμηση των Οδοντόγναθων

Βασίλειο	Ζώα
Φύλο	Αρθρόποδα
Κλάση	Έντομα
Υποκλάση	Πτερυγωτά
Τάξη	Οδοντόγναθα
Υποτάξεις	Ανισόπτερα, Ζυγόπτερα, Ανισοζυγόπτερα (;)

Όπως έχει ήδη προαναφερθεί, οι κύριες υποτάξεις των Οδοντόγναθων είναι τα Ανισόπτερα και τα Ζυγόπτερα. Ωστόσο, κάποιοι ερευνητές προτείνουν την αναγνώριση και μιας τρίτης Υπόταξης, αυτής των Ανισοζυγόπτερων, που είναι υπολειμματική και περιλαμβάνει μόλις 2 ζώντα είδη (ένα στην Ιαπωνία και ένα στα Ιμαλάια, που ανήκουν στην πολύ παλιά Υπεροικογένεια Eriophlebia, και Οικογένεια Eriophlebiidae). Τα Ανισοζυγόπτερα αναγνωρίζονταν μέχρι και πρόσφατα ως ξεχωριστή Υπόταξη, που γεφυρώνει ως μορφολογικό ενδιάμεσο τις τάξεις των Ανισόπτερων και των Ζυγόπτερων. Αν και τα Οδοντόγναθα θεωρούνται από πολλούς ερευνητές μια σχετικά γνωστή και πεπερασμένη κατηγορία εντόμων, ωστόσο η εσωτερική ταξινόμηση των ατόμων της αποτελεί συχνά αντικείμενο διαφωνίας και επιστημονικής αντιπαράθεσης. Η διαφωνία αυτή δεν έγκειται τόσο στη διάκριση των σταδίων της ζωής του (ακμαίο-νύμφη) και στους συσχετισμούς τους στις διάφορες οικογένειες και γένη εντός της τάξης, στοιχεία στα οποία γενικά ομονοούν και συγκλίνουν όλες σχεδόν οι επιστημονικές απόψεις εντός του εντομολογικού πεδίου. Βασικό σημείο απόκλισης αποτελούν οι υποτάξεις και ο εξελικτικός τους συσχετισμός, όπως αποτυπώνεται εκτενώς στο έργο ενός από τους πιο ειδικούς, ίσως, στη μελέτη των Οδοντόγναθων, του Philip S. Corbet (1999). Ο ερευνητικός αυτός διχασμός οφείλεται κυρίως στο γεγονός ότι η τάξη των Οδοντόγναθων είναι μια ιδιαίτερα ξεχωριστή και μεμονωμένη περίπτωση εντόμων, λόγω του αξιοσημείωτου συνδυασμού των αρχέγονων χαρακτηριστικών και των σύγχρονων ειδικευμένων εξελικτικών μεταβολών τους. Ένα από τα

χαρακτηριστικά σημεία διαφωνίας, είναι, για παράδειγμα, εάν τα Ανισόπτερα προέκυψαν ανεξάρτητα από τα Πρωτοδοντόγναθα ή προήλθαν από ζυγοπτεροειδείς πληθυσμούς, ίσως τα εκλιπόντα Αρχιζυγόπτερα. Καθώς η ταξινόμηση των Οδοντογνάθων βασίζεται, λόγω της ιδιαιτερότητάς τους, σε μεγάλο βαθμό σε απολιθώματα προγονικών ειδών, ταξινόμηση και εξελικτική καταγραφή συχνά αλληλοεπικαλύπτονται. Θέματα ταξινόμησης που άπτονται της εξέλιξης θα συζητηθούν αργότερα σε ξεχωριστό υποκεφάλαιο (Corbet, 1999, Schorr et al 2010).



Εικόνα 1: Νύμφες και ενήλικα από τις τρεις Υποτάξεις των Οδοντόγναθων (John C. Abbott)

Επιστρέφοντας στην εσωτερική ταξινόμηση των Οδοντόγναθων, οι 8 υπεροικογένειες (Πίνακας 2) που επιβιώνουν σήμερα είναι χωρισμένες σε 27 οικογένειες με πάνω από 600 γένη και 6000 είδη. Ο αριθμός των ειδών που ανήκουν σε κάθε μία από τις υποτάξεις είναι περίπου ίδιος. Τα Ζυγόπτερα συνιστούν 19 οικογένειες που απαρτίζουν τις 4 υπεροικογένειες (στον αριθμό δεν συνυπολογίζονται 2 εκλιπούσες οικογένειες). Αξίζει ίσως να αναφερθεί ότι ο μισός περίπου πληθυσμός των Ζυγόπτερων ανήκει στην Οικογένεια Coenagrionidae. Τα Ανισόπτερα διακρίνονται σε 4 οικογένειες (ή σε 5 εάν σε αυτές προσμετρήσουμε και αυτήν των Eriophlebiidae, ακολουθώντας τη μερίδα των επιστημόνων που διαφωνεί με την ταξινομική κατηγορία «Ανισοζυγόπτερα») (Schorr, 2010). Οι εκλιπούσες οικογένειες των Ανισόπτερων, που δεν συνυπολογίζονται στον τελικό αριθμό, είναι 5. Στον Πίνακα 2 παρατίθεται μια ευρέως αποδεκτή ενδεικτική ταξινόμηση, αυτή των F. M. Carpenter (1992)

και C. A. Bridges (1993), που λαμβάνει υπόψη και πληροφορίες που προκύπτουν από σχετικά απολιθώματα, χωρίς αυτό να σημαίνει, φυσικά, ότι αυτή η εν λόγω ταξινόμηση είναι η μόνη που έχει προταθεί.

Πίνακας 2: Υπεροικογένειες με τις αντίστοιχες οικογένειες των Οδοντόγναθων

	ΥΠΕΡΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ	ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ
Ανισόπτερα	Aeshnoidea	Gomphidae Petaluridae Aeshnidae
	Cordulegasteroidea	Cordulegasteridae
	Libelluloidea	Synthemidae Corduliidae Macrodiplactidae Libellulidae
Ζυγόπτερα	Coenagrioidae	Platystictidae Protoneuridae Platycnemidae Coenagriidae (=Agrionidae) Pseudostigmatidae Megapodagriidae
	Hemiphlebioidea	Hemiphlebiidae
	Lestinoidea	Perilestidae Chlorolestidae Lestidae
	Agrioidea (= Calopterygoidea)	Pseudolestidae Amphipterygidae Chlorocyphidae Heliocharitidae Polythoridae Epalligidae Agridae (= Calopterygidae)
Ανισοζυγόπτερα	Epiophlebia	Epiophlebiidae

Τα μορφολογικά χαρακτηριστικά που χρησιμοποιούνται ως χαρακτηριστικά για την ταξινόμηση των μελών των Οδοντόγναθων διαφέρουν ανάλογα με το στάδιο ζωής και το είδος του εντόμου (Πίνακας 3). Ο παρακάτω πίνακας αποτυπώνει αυτό τον διαχωρισμό (Watson, 1991).

Πίνακας 3: Μορφολογικά Χαρακτηριστικά που μελετώνται για την ταξινόμηση των Οδοντόγναθων

	Στα ακμαία	Στις προνύμφες
Ταξινομικοί χαρακτήρες	<ul style="list-style-type: none"> • δομή αναπαραγωγικών οργάνων • σχήμα και νευρώσεις των πτερύγων • απόσταση οφθαλμών • μορφή και ανάπτυξη αγκίστρων • εμφανής ή όχι ωοθέτης 	<ul style="list-style-type: none"> • Είδος και μορφή αναπνευστικού συστήματος • δομή γνάθων • αριθμός και διάταξη εξωσκελετικών στοιχείων • σχήμα κοιλίας

Για παράδειγμα, η πιο άμεση μέθοδος διαχωρισμού μεταξύ των προνυμφών των δύο υποτάξεων των Οδοντόγναθων είναι η εξέταση της κοιλίας. Στα περισσότερα Ζυγόπτερα στο τέλος της κοιλίας υπάρχουν τρία φυλλόμορφα όργανα, τα λεγόμενα ουραία βράγχια, ενώ στα Ανισόπτερα η κοιλία καταλήγει σε μυτερά εξαρτήματα, που σχηματίζουν τη λεγόμενη «εδρική πυραμίδα» (Watson, 1991). Οι μορφολογικές αυτές ιδιαιτερότητες βάσει των υποτάξεων και του σταδίου στο οποίο ανήκει το έντομο εξετάζονται στο κεφάλαιο που ακολουθεί.

3. ΕΞΕΛΙΞΗ

3.1. ΠΑΛΑΙΟΝΤΟΛΟΓΙΑ, ΑΠΟΛΙΘΩΜΑΤΑ ΚΑΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Σε σύγκριση με άλλα έντομα, τα Οδοντόγναθα έχουν μια μακρά και πλούσια ιστορία απολιθωμάτων, που εκτείνεται ως και 300 εκατομμύρια χρόνια πριν, που συμπίπτει με την Λιθανθρακοφόρο Περίοδο. Αυτό σημαίνει ότι προηγήθηκαν των δεινοσαύρων κατά 100 εκατομμύρια χρόνια. Μια ιδιαίτερα αξιοσημείωτη παρατήρηση αναφορικά με την εξέλιξη των Οδοντόγναθων είναι επίσης ότι έχουν πολύ χαμηλά επίπεδα γονιδιακής μεταβολής από τότε που πρωτοεμφανίστηκαν μέχρι σήμερα. Ήδη έχει αναφερθεί πως κάποιοι επιστήμονες τα αντιλαμβάνονται ως ένα από τα πιο ανθεκτικά taxa που έχουν ανταπεξέλθει με μεγάλη επιτυχία στις περιβαλλοντικές εξελίξεις εδώ και εκατομμύρια χρόνια, και μάλιστα με ελάχιστες αλλαγές στη δομή, τη μορφολογία και το βιολογικό τους κύκλο (Balmford, 1996).

3.1.1. ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ENTOMΩΝ ΚΑΙ ΟΔΟΝΤΟΓΝΑΘΑ

Μελετώντας την ιστορία των ειδών, παρατηρείται ότι η εξέλιξη των εντόμων έλαβε χώρα σε 4 στάδια. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η μελέτη των πρώτων δύο σταδίων, καθώς σε αυτά εμφανίζονται και εξελίσσονται οι αρχαίοι πρόγονοι των Οδοντόγναθων (Balmford, 1996).

Το πρώτο στάδιο εξέλιξης των εντόμων είναι γνωστό ως στάδιο των Απτερυγωτών, της απλούστερης μορφής εντόμου. Τα Απτερυγωτά δεν είχαν φτερά ή διακριτά σημεία του σώματος και ο τρόπος ανάπτυξής τους ήταν αμετάβολος (το νεαρό έντομο ήταν σχεδόν πανομοιότυπο με το ενήλικο), χωρίς να υφίστανται κάποιο είδος μεταμόρφωσης. Έντομα που έχουν απομείνει από αυτή την κατηγορία έως και σήμερα είναι τα Thysanura. Το δεύτερο στάδιο είναι αυτό των Παλαιόπτερων, όπου τα έντομα αυτά έχουν φτερά. Μαζί με την εμφάνιση των φτερών, τα στάδια ανάπτυξης του εντόμου έγιναν λίγο πιο περίπλοκα: ένα νέο είδος μεταμόρφωσης, αυτό της ημιμετάβολης ανάπτυξης άρχισε να παρατηρείται στα έντομα. Η μεταμόρφωση είναι ημιτελής, ωστόσο οι αλλαγές είναι πλέον εμφανείς. Τα αυγά ξεκινούν να εναποτίθενται, συνήθως, στο νερό, όπου εξελίσσονται σε νύμφες (ή Ναϊάδες) που μοιάζουν πολύ στο τέλειο έντομο. Καθώς η ανάπτυξη είναι ημιτελής, υπάρχει στάδιο νύμφης,

ωστόσο, σε μερικούς μήνες το έντομο θα εξελιχθεί σε ακμαίο απευθείας μέσω διαδοχικών εκδύσεων. Καθώς ο εξωσκελετός δεν μεγαλώνει, θα πρέπει να αποσπαστεί από το έντομο και να δημιουργηθεί ένας μεγαλύτερος ώστε να επιτραπεί η ανάπτυξη (Balmford, 1996).

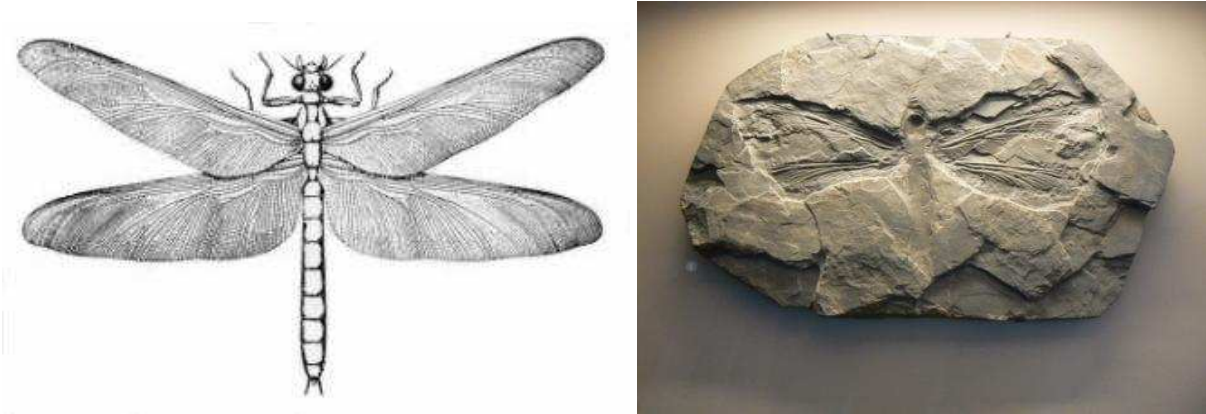
Απολιθώματα των πρώτων πτερωτών αρχαίων εντόμων χρονολογούνται 300 εκατομμύρια χρόνια πριν και ανήκουν στην πρωταρχική τάξη των Παλαιοδικτυόπτερων, που είναι η αρχαιότερη ομάδα πτερωτών εντόμων. Τα Ανισόπτερα προέρχονται από αυτή την ομάδα και είναι χαρακτηριστικό το γεγονός ότι δεν έχουν αλλάξει ιδιαίτερα, αν συγκρίνουμε τις παραπάνω περιγραφές των πρώτων εντόμων με τη σημερινή μορφολογία και βιολογία τους. Τα Οδοντόγναθα σήμερα μοιράζονται πολλά κοινά χαρακτηριστικά με εκείνα των αρχαίων εντόμων, σαν να μην έχει επέλθει εξελικτική διαφοροποίηση σε βασικούς τομείς όπως η όραση, ο κύκλος ζωής, το περιβάλλον, η δομή και μορφολογία, η πτήση, η σύλληψη τροφής και το ζευγάρωμα (Balmford, 1996).

3.1.2. ΕΚΛΙΠΟΝΤΑ ΕΪΔΗ ΚΑΙ ΚΡΙΚΟΙ ΕΞΕΛΙΞΗΣ

Όπως γίνεται αντιληπτό οι αρχαίοι πρόγονοι των Οδοντόγναθων έμοιαζαν ιδιαίτερα στα σύγχρονα Ανισόπτερα και μάλιστα είχαν ήδη από νωρίς αποσπαστεί εξελικτικά από τις τάξεις των υπολοίπων πτερωτών εντόμων, ακόμη και από τα Εφημερόπτερα, τους κοντινότερους συγγενείς τους που επιβιώνουν σήμερα, και με τους οποίους μοιράζονται πολλά κοινά στοιχεία. Οι αρχαιότεροι πρόγονοί τους ανήκουν στην εκλιπούσα τάξη των Πρωτοδοντόγναθων, τα χαρακτηριστικά των οποίων είναι παρόμοια με των σημερινών Οδοντόγναθων, ειδικά ως προς τη μορφολογία των φτερών, με εξαίρεση το πτερόστιγμα (Kukalova-Peck, 1991).

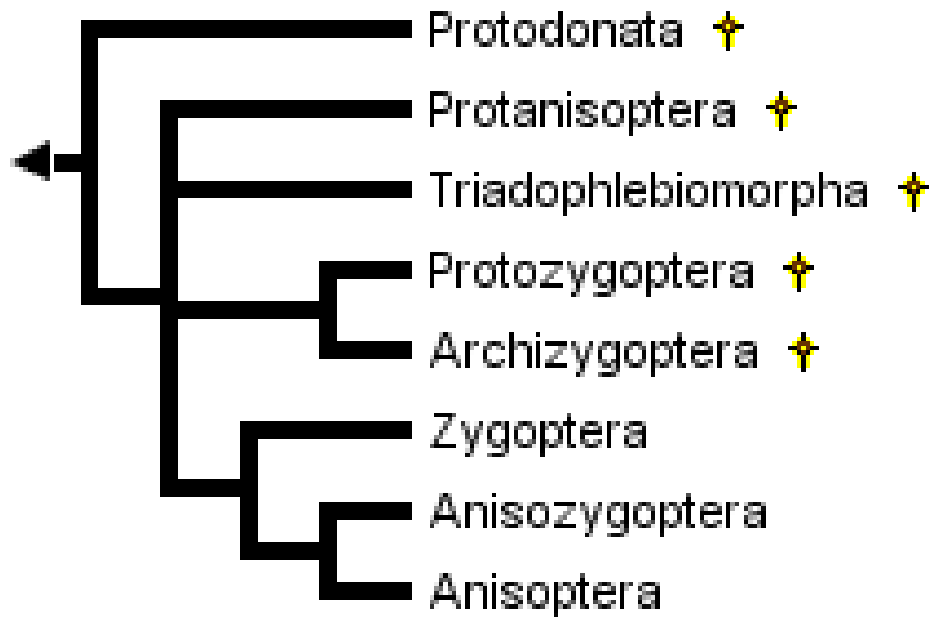
Μια εξίσου εκλιπούσα Υπόταξη είναι τα Μεγανισόπτερα της Λιθανθρακοφόρου και της Πέρμιας Περιόδου (περίπου 359-251 εκατομμύρια χρόνια πριν). Η Υπόταξη αυτή περιλαμβάνει πολύ καλά διατηρημένα απολιθώματα από γιγάντια Ανισόπτερα (Εικ. 5), όπως το *Meganeura tonyi*, με άνοιγμα φτερών πάνω από 65 εκατοστά (Εικ. 2), το *Megatyrus sp.*, με άνοιγμα φτερών 70 εκατοστά, και το ακόμη μεγαλύτερο *Meganeuropsis permiana*, με άνοιγμα φτερών 71 εκατοστά, το οποίο έχει μάλιστα χαρακτηριστεί ως το μεγαλύτερο αρχαίο έντομο που έχει καταγραφεί ποτέ. Τα απολιθώματα δείχνουν πως τα έντομα αυτά είχαν μια πληθώρα κοινών στοιχείων με τα σημερινά Οδοντόγναθα: μορφολογία και πτερυγικές

νευρώσεις, δομή θώρακα και μασητικά μόρια, νυμφική μάσκα. Απολιθώματα νυμφών που έχουν επίσης βρεθεί, τεκμηριώνουν το γεγονός ότι ήταν και αυτές υδρόβιες, όπως συμβαίνει και στα σύγχρονα Οδοντόγναθα (Εικ. 2) (Kukalova-Peck, 1991).



Εικόνα 2: Σκίτσο (αριστερά) και απολίθωμα (δεξιά) του *Meganeura monyi* (Πηγή: Wikipedia)

Κατά μια προσέγγιση, η τάξη των Οδοντόγναθων περιέχει 4 εκλιπούσες υποτάξεις (Σχήμα 1): τα Πρωτανισόπτερα και τα Αρχιζυγόπτερα της Πέρμιας Περιόδου (229 με 251 εκατομμύρια χρόνια πριν), τα Τριαδοφλεβιόμορφα της Τριασικής Περιόδου (περίπου 251 με 200 εκατομμύρια χρόνια πριν) και τα Ανισοζυγόπτερα της Τριαδικής και Κρητιδικής Περιόδου (251 με 66, 5 εκατομμύρια χρόνια πριν) (Kukalova-Peck, 1991).



Σχήμα 1: Οι διαφορές Υποτάξεις των Οδοντόγναθων (εκλιπουσες και μη) (Πηγή: <http://tolweb.org/Odonata>)

Όπως έχει ήδη προαναφερθεί, κάποιοι ερευνητές αναγνωρίζουν τα Ανισοζυγόπτερα ως αρχαίες υπεροικογένειες που συνδυάζουν χαρακτηριστικά και των δύο υποτάξεων, Ανισόπτερων και Ζυγόπτερων, και θεωρούνται ως εξελικτικός ενδιάμεσος κρίκος μεταξύ των σύγχρονων Οδοντόγναθων και των αρχαίων προγόνων τους. Η οικογένεια Eriophlebiidae είναι η μοναδική Οικογένεια των Ανισοζυγόπτερων που έχει επιβιώσει και τα χαρακτηριστικά τους μοιάζουν με εκείνα των αρχαίων Οδοντόγναθων, καθιστώντας τα πολύ σημαντικά για την κατανόηση της εξέλιξης του εντόμου. Ένα ακόμη «ζωντανό απολίθωμα» που έχει επιβιώσει είναι η Οικογένεια των Hemiphlebiidae (εικ. 4) που, όπως τα Eriophlebiidae (εικ. 3) των Ανισοζυγόπτερων, απαρτίζεται από αρχέγονα μέλη, αρκετά διαφορετικά από τα υπόλοιπα Οδοντόγναθα ώστε να αποτελούν μια ξεχωριστή Υπεροικογένεια από μόνα τους (Tillyard, 1928, Tait, 2014).



Εικόνα 3: Αρχαίο (αριστερά) και σύγχρονο (δεξιά) έντομο της Οικογένειας Eriophlebiidae. (Πηγή: Wikipedia)



Εικόνα 4: Αρχαίο (αριστερά) και σύγχρονο (δεξιά) έντομο της Οικογένειας Hemiphlebiidae. (Πηγή: Wikipedia και neogeology. us)



Εικόνα 5: Συγκριτική αναπαράσταση μεγέθους αρχαίου εντόμου. (Miller, 2014)

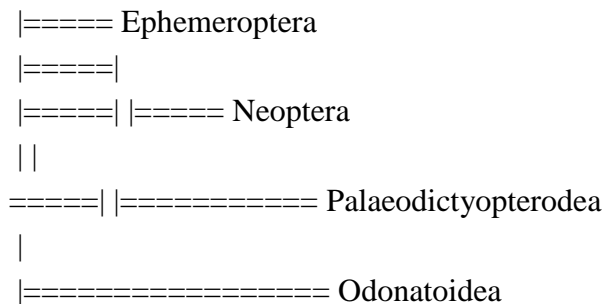
3.2. ΕΞΕΛΙΞΗ, ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΚΑΙ ΕΝΣΤΑΣΕΙΣ

Ένα από τα μεγαλύτερα πεδία αντιπαράθεσης και διάστασης απόψεων εντός της ακαδημαϊκής και ερευνητικής κοινότητας σε σχέση με τα Οδοντόγναθα αφορά τις φυλογενετικές σχέσεις και το γεγονός αυτό άπτεται κατ' επέκταση της ταξινόμησης και του τρόπου με τον οποίο γίνεται αντιληπτή η εξελικτική πορεία του εντόμου μέσα στο χρόνο. Οι σχέσεις αυτές αφορούν είτε την ανώτερη είτε την κατώτερη ταξινόμηση και τις ιεραρχήσεις της (Bechly, 1998, Boudreaux, 1979).

3.2.1. ΑΝΩΤΕΡΕΣ ΣΧΕΣΕΙΣ ΤΗΣ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ (ΣΕ ΕΠΙΠΕΔΟ ΤΑΞΕΩΝ)

Πιο ειδικά, στο επίπεδο της αντιπαράθεσης ως προς τις ανώτερες σχέσεις της ταξινόμησης, τίθεται το ερώτημα της εγγύτητας των Οδοντογναθοειδών (Οδοντόγναθα και Πρωτοδοντόγναθα) με τα υπόλοιπα Πτερυγωτά. Η σχέση των Οδοντόγναθων με τις άλλες τάξεις, όπως εκφράζεται από τις κυρίαρχες αντικρουόμενες απόψεις, παρατίθεται από τους Trueman & Rowe (2001), μέσω μερικών πολύ παραστατικών σχεδιαγραμμάτων. Οι σχέσεις που έχουν προταθεί ακολουθούν τις ακόλουθες τρεις προτάσεις που έχουν διατυπωθεί (Mackerras, 1970, Hennig, 1981, Kukulova-Peck, 1991, Kristensen, 1981 Wheeler, 1989 και Bechly, 1998):

i) Ο Mackerras (1970) προτείνει τα Οδοντόγναθα ως αδερφό σύνολο ως προς τα υπόλοιπα Πτερυγωτά, όπως αποτυπώνεται στο διάγραμμα που ακολουθεί:



ii) Οι Hennig (1981) και Kukulova-Peck (1991) συνηγορούν προς ένα συσχετισμό αδελφών συνόλων μεταξύ Οδοντόγναθων και Εφημερόπτερων:

```

|===== Odonatoidea
|=====|
|=====| |===== Ephemeroptera
||
|=====| |===== Palaeodictyopteroidea
|
|===== Neoptera
    
```

iii) Τέλος, οι Kristensen (1981), Wheeler (1989) και Bechly (1998) συμφωνούν ως προς τη σχέση Οδοντόγναθων και Νεόπτερων αλλά διαφωνούν ως προς την ταξινόμηση των υπολοίπων. Έτσι προτείνουν αντίστοιχα τα εξής :

```

|===== Odonatoidea
|=====|
|=====| |===== Neoptera
||
|=====| |===== Palaeodictyopteroidea
|
|===== Ephemeroptera
    
```

```

|===== Odonatoidea
|=====|
|=====| |===== Neoptera
||
|=====| |===== Ephemeroptera
|
|===== Palaeodictyopteroidea
    
```

```

|===== Odonatoidea
|=====|
| |===== Neoptera
|=====|
| |===== Ephemeroptera
|=====|
|===== Palaeodictyopteroidea
    
```

Όπως παρατηρούν χαρακτηριστικά οι Trueman & Rowe (2001), η δυσκολία του εγχειρήματος της κατάταξης των Οδοντόγναθων σε σχέση με τις άλλες τάξεις έγκειται στη διαφωνία σχετικά με τις πτερυγικές νευρώσεις και στη σύγκρισή τους με αυτές των άλλων τάξεων αφενός, και αφετέρου στο αν πρόκειται για αρχέγονο χαρακτηριστικό ή αν η μορφολογία τους είναι προϊόν εξέλιξης. Ρόλο στη λύση αυτής της αντιπαράθεσης μπορεί να παίζει ενδεχομένως μόνο η ανακάλυψη περισσότερων απολιθωμάτων, που θα μας δώσουν επιπλέον πληροφορίες για την μορφολογική εξέλιξη των εντόμων (Trueman & Rowe, 2001).

3.2.2. ΚΑΤΩΤΕΡΕΣ ΣΧΕΣΕΙΣ ΤΗΣ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ (ΣΕ ΕΠΙΠΕΔΟ ΥΠΟΤΑΞΕΩΝ)

Το δεύτερο σκέλος της διαφωνίας αφορά ένα ευρύτερο μέτωπο ενστάσεων που ωστόσο εστιάζεται γενικά κυρίως γύρω από το ζήτημα των υποτάξεων και το ποιες από αυτές είναι μονοφυλετικές ή παραφυλετικές ομάδες. Τα ερωτήματα που τίθενται άπτονται άμεσα της εξέλιξης και της πορείας του εντόμου μέσα στο χρόνο (Bechly, 1998):

- Ποιες είναι εκείνες οι ομάδες που επιβιώνουν σήμερα και είναι πιο κοντά στις αρχέγονες ομάδες εντόμων;
- Είναι τα Ζυγόπτερα η παραφυλετική βάση από την οποία προήλθαν τα Ανισοζυγόπτερα και τα Ανισόπτερα ή μήπως Ζυγόπτερα και Ανισόπτερα αποτελούν διακριτές, μονοφυλετικές ομάδες η καθεμία από τις οποίες προέκυψε από την Υπόταξη των Ανισοζυγόπτερων;

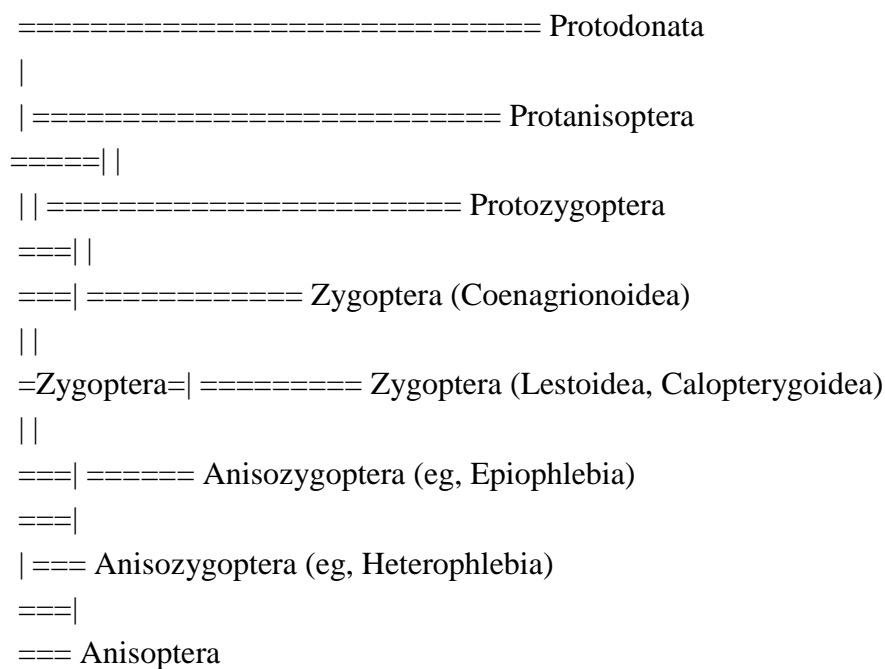
Υπάρχουν δύο βασικές διαμετρικά αντίθετες θεωρίες που απαντούν στα ανωτέρω ερωτήματα. Η μία φυλογενετική θεωρία, που έχει προταθεί από τον A. Hardlisch (1908), αναφέρει ότι τα Ανισοζυγόπτερα είναι παραφυλετική ομάδα από την οποία προέκυψαν οι μονοφυλετικές ομάδες των Ανισόπτερων και των Ζυγόπτερων (Hardlisch, 1908). Αντίθετα, ο R. J. Tillyard (1940) αντιλαμβάνεται τα Ζυγόπτερα ως παραφυλετική ομάδα από την οποία προέκυψαν τα μονοφυλετικά Ανισόπτερα και Ζυγόπτερα (Tillyard, 1940). Όπως και στην προηγούμενη περίπτωση, το πρόβλημα εκκινεί η υποκειμενική πρόσληψη της διάταξης των νεύρων στα φτερά, αφού σε αυτόν τον δείκτη βασίζεται κατά κύριο λόγο η κριτική θεώρηση των φυλογενετικών σχέσεων του εντόμου, που σχετίζεται άμεσα με την εξελικτική του

πορεία.

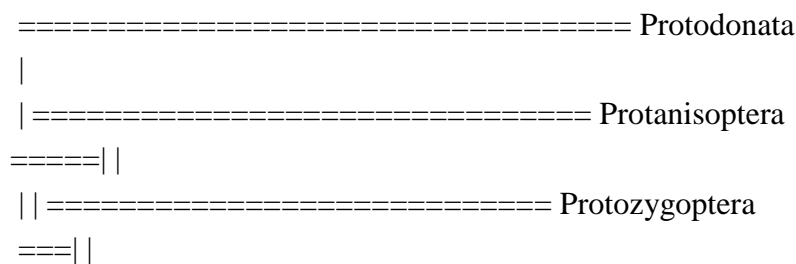
Μια ενδιαφέρουσα άποψη είναι αυτή του H. Lohmann (1996), που προτείνει την επέκταση των Ανισόπτερων ώστε να περικλείουν τα Ανισοζυγόπτερα. Στην περίπτωση αυτή το γηραιό Eriophlebiidae δε θα κατατάσσεται πλέον στα Ανισοζυγόπτερα (Lohmann, 1996). Αυτό απαντά εμμέσως στο πρώτο ερώτημα που τέθηκε, καθώς σηματοδοτεί μια τάση στην ενσωμάτωση των αρχέγονων ειδών που επιβιώνουν σήμερα πρωτίστως ως μέλος σύγχρονων ομάδων παρά ως προσλαμβανόμενα εντός μιας αντίληψης, που τα ενώνει περισσότερο με το παρελθόν από ότι με το παρόν.

Συνοψίζοντας, οι κύριες προτεινόμενες αναπαραστάσεις των σχέσεων βάσει των προαναφερθέντων θεωριών θα μπορούσαν να οπτικοποιηθούν ως εξής:

i) Κατά Tillyard (1928) and Fraser (1957)



ii) Κατά Handlirsch (1908):



```

====| |==== Zygoptera
||
==Anisozygoptera====| ===== Anisozygoptera (eg, Epiophlebia)
||
====| ==== Anisozygoptera (eg, Heterophlebia)
====|
==== Anisoptera
    
```

3.2.3. ΣΗΜΕΙΑ ΣΥΓΚΛΙΣΗΣ ΚΑΙ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΈΡΕΥΝΑΣ

Παρά τη διαφωνία, ωστόσο, υπάρχουν ορισμένες παρατηρήσεις στις οποίες οι περισσότεροι επιστήμονες και ερευνητές τείνουν να συγκλίνουν. Αυτές θα μπορούσαν να συνοψιστούν ως εξής (Hennig, 1981, Kristensen, 1981):

Τα Οδοντόγναθα είναι μονοφυλετικό σύνολο που έχει αποσπαστεί από τα Εφημερόπτερα, τα Νεόπτερα και τα εκλιπόντα Παλαιοδικτυόπτερα από την Λιθανθρακοφόρο Περίοδο τουλάχιστον. Οι τρεις υποτάξεις των Οδοντόγναθων φαίνεται ότι είναι στενά συνδεδεμένες μεταξύ τους. Τα σύγχρονα Ανισόπτερα είναι μονοφυλετικά (Hennig, 1981, Kristensen, 1981).

Επιπλέον, η ανάλυση των μοριακών δομών που σήμερα περισσότερο από παλαιότερα έχει τη δυνατότητα να δώσει περισσότερα στοιχεία είναι μια αισιόδοξη εξέλιξη στην κατεύθυνση της σύγκλισης των επιστημονικών απόψεων. Για την ώρα καμία απάντηση δεν μπορεί να είναι στο ερευνητικό απυρόβλητο. Η αντιπαράθεση μπορεί να έχει διάρκεια στο μέλλον μέχρι την ύπαρξη απτών στοιχείων, είτε πρόκειται για απολιθώματα είτε πρόκειται για ανάγνωση του DNA, που θα επιτρέψουν μια πιο σίγουρη προσέγγιση του ζητήματος της ακριβούς φυλογένεσης. Επιπλέον, με την εστίαση του επιστημονικού ενδιαφέροντος περισσότερο στις υποτάξεις, ενδεχομένως να προκύψει μεγαλύτερη ομοφωνία γύρω από την ταξινόμηση και την εξελικτική τους ταυτότητα (Hennig, 1981, Kristensen, 1981). Ακόμη και σήμερα, με τα σύγχρονα εργαλεία που διαθέτει η επιστήμη για τη φυλογενετική ανάλυση, σαφής απάντηση δεν έχει ακόμη δοθεί.

4. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ

4.1. ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΝΥΜΦΗΣ ΚΑΙ ΑΚΜΑΙΟΥ

Τα χαρακτηριστικά των εντόμων της τάξης των Οδοντόγναθων διαφέρουν ανάλογα με το στάδιο ανάπτυξης στο οποίο βρίσκονται, αν πρόκειται, δηλαδή, για ακμαίο ή για νύμφη. Παρόλο που τα Οδοντόγναθα είναι ημιμετάβολα, οι νύμφες διαφέρουν αρκετά από τα ενήλικα έντομα, δίνοντας την εντύπωση ολομετάβολων (Watson, 1991).

4.1.1. ΝΥΜΦΗ

Η πιο χαρακτηριστική διαφορά που έχει σαν συνέπεια διαφοροποιήσεις στη μορφολογία προνυμφών-ακμαίων είναι πως η νύμφη είναι υδρόβια, σε αντίθεση με τα ακμαία που είναι χερσαία. Αυτό σημαίνει πως η νύμφη είναι δομολειτουργικά και ανατομικά προσαρμοσμένη σε υγρά περιβάλλοντα και, επαγωγικά, έχει τα αντίστοιχα όργανα αναπνοής, σύλληψης της τροφής, κίνησης και κάλυψης στο συγκεκριμένο περιβάλλον που διαβιεί. Η ποικιλομορφία των προνυμφών ακόμη και ανάμεσα στις Υπεροικογένειες της ίδιας Υπόταξης είναι αποτέλεσμα της προσαρμογής στο εκάστοτε περιβάλλον. Για παράδειγμα, είδη που ζουν σε ιζηματογενή υγρά περιβάλλοντα είναι κυλινδρικά στη δομή τους με έναν αναπνευστικό σωλήνα-σιφόνι που διατηρεί την επαφή με το νερό που βρίσκεται άνωθεν (όπως τα είδη του γένους *Aphylla*). Κάποια άλλα που, αντίθετα, ζουν σε λασπώδεις ή αμμώδεις πυθμένες, είναι πιο πεπλατυσμένα με πλευρικούς άκανθες που προεξέχουν (όπως τα είδη του γένους *Ictinogomphus*) ή έχουν πιο υδροδυναμικό σχήμα και είναι υπερκινητικά, αν πρόκειται για αυτά που ζουν ανάμεσα σε φυτά και πλησιέστερα στην επιφάνεια (όπως τα είδη των γενών *Anax* και *Lestes*) (Πηγή: <http://www.britannica.com/EBchecked/topic/425215/Odonata/93531/Wings-and-flight#toc39545>). Σε γενικές, ωστόσο, γραμμές οι νύμφες που ανήκουν στην ίδια Υπόταξη μοιάζουν πολύ και διαθέτουν συγκεκριμένα μορφολογικά χαρακτηριστικά. Οι διαφορές μεταξύ των προνυμφών των δύο υποτάξεων θα συζητηθούν εκτενέστερα παρακάτω.

4.1.1.1. ΜΑΣΗΤΙΚΑ ΜΟΡΙΑ

Στις τάξεις των εντόμων Οδοντόγναθα, τα ακμαία και οι νύμφες έχουν στοματικά

μόρια μασητικού τύπου. Το πιο έντονο χαρακτηριστικό γνώρισμα της νύμφης όλων των Οδοντόγναθων είναι η μάσκα, με το ιδιαίτερο κάτω χείλος, που προεκτείνεται για την αρπαγή της λείας.

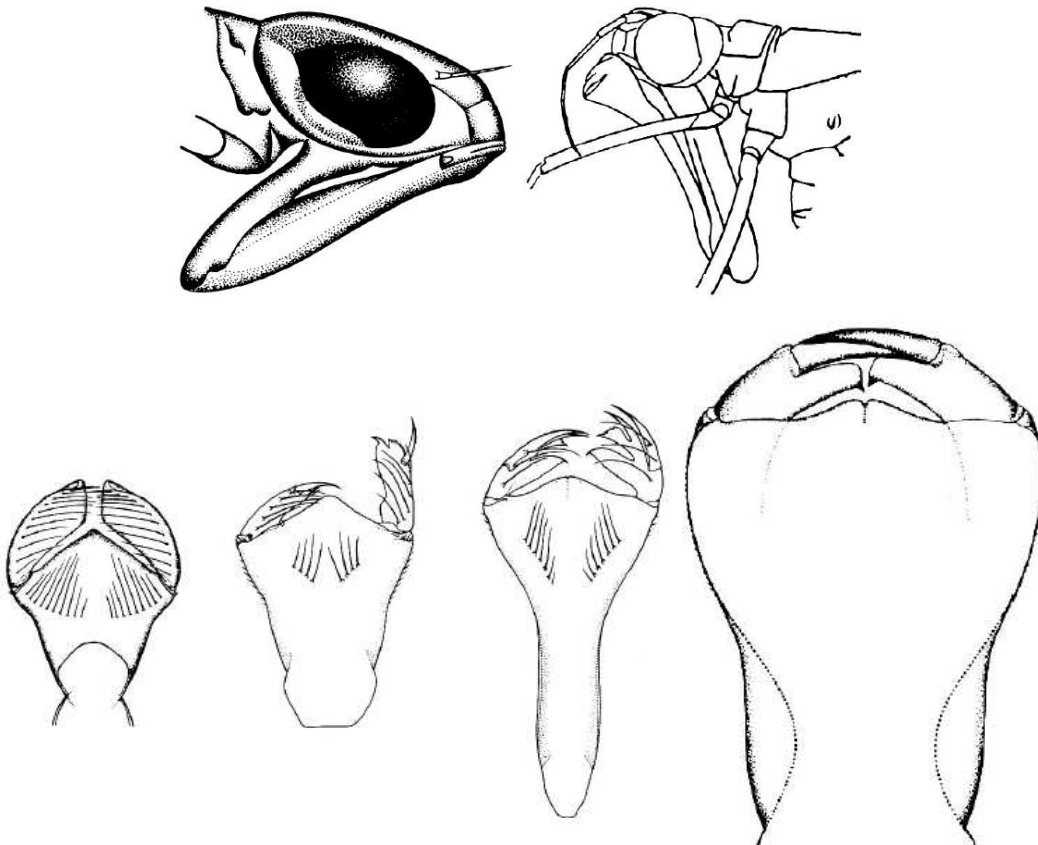
Τα δύο μέρη του κάτω χείλους μαζί με τις κάτω γνάθους (προπόγων και μεταπόγων) έχουν μετασχημαστεί σε άκρο για γρήγορη και από μακριά σύλληψη λείας με δύο μακριά και πεπλατυσμένα άρθρα τα οποία συνήθως είναι διπλωμένα το ένα πάνω στο άλλο. Το πρώτο άρθρο (postmentum) εκφύεται πίσω από το στόμα με άρθρωση, που κλείνει το άρθρο προς τα πίσω. Στην οπίσθια άκρη μια άρθρωση κλείνει το δεύτερο άρθρο (praementum) προς τα μπροστά. Στην άκρη του δεύτερου άρθρου φύεται το κάτω χείλος και οι χειλικές προσακτρίδες τροποποιημένες σε τανάλια με αιχμηρές άκρες. Στη στάση ηρεμίας η «τανάλια» φαίνεται περίπου όπως μια μάσκα μπροστά στο στόμα. Γι αυτό το λόγο το όργανο πήρε και το όνομα «μάσκα». Εάν με την αύξηση της πίεσης της αιμολέμφου στις δυο αρθρώσεις ξαφνικά η γωνία κλίσης αλλάξει κατά 180 μοίρες και η τανάλια ως ελατήριο μεταφέρεται σε μήκος του άκρου πιο μπροστά από το στόμα. Με αυτό τον τρόπο το έντομο ξαφνιάζει τη λεία και την αρπάζει. Διπλώνοντας πάλι το αρπακτικό όργανο, η λεία βρίσκεται μπροστά στις άνω και κάτω γνάθους και σχίζεται από τις άνω γνάθους (Πηγή: http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A3%CF%84%CE%BF%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CF%8C_%CE%BC%CF%8C%CF%81%CE%B9%CE%BF).

Οι μάσκες είναι μορφολογικά ειδικευμένες ανάλογα με τη λεία που κυνηγά το κάθε είδος και δεν απαντώνται στα ενήλικα, καθώς αυτά πιάνουν τη λεία τους με τα πόδια.



Εικόνα 6: Άνοιγμα μάσκας σε οδοντόγναθα (Πηγή: <http://tolweb.org/Odonata>)

Σε στάση ηρεμίας η μάσκα είναι διπλωμένη κάτω από την κεφαλή και τον θώρακα και εκτείνεται μέχρι τα μπροστινά πόδια- σε μερικές, δε, οικογένειες η μάσκα είναι αρκετά μπροστά ώστε να καλύπτει τις παρειές κάτω από τους σύνθετους οφθαλμούς. Σε στάση επίθεσης, το χείλος επεκτείνεται ακαριαία μπροστά και οι δαγκανοειδείς απολήξεις του εκτείνονται για να συγκρατήσουν τη λεία (Watson, 1991).



Εικόνα 7: Κάτω χείλος νύμφης. (Miller, 2014)

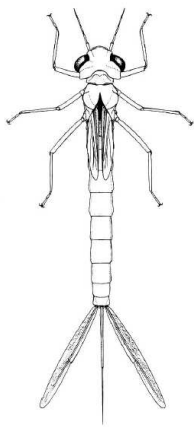
4.1.1.2. ΚΟΙΛΙΑ: ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΟ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

Στα Ανισόπτερα η κοιλία καταλήγει σε μυτερά εξαρτήματα, που σχηματίζουν τη λεγόμενη «εδρική πυραμίδα». Τα Ζυγόπτερα έχουν τρία φυλλόμορφα ελασματοειδή εξωτερικά τραχειακά βράγχια (ουραία βράγχια) στο οπίσθιο μέρος του σώματος. Αυτά προέρχονται από προεκβολές του ουραίου τμήματος της κοιλιάς.

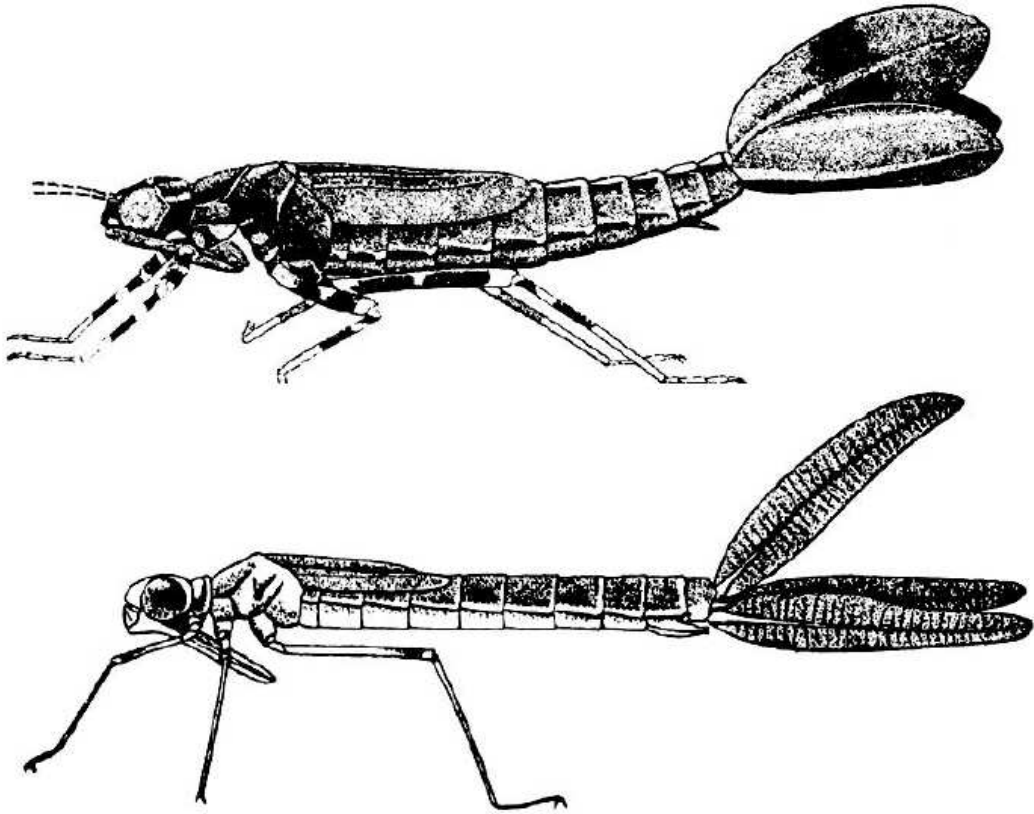
Οι νύμφες διαθέτουν κλειστό αναπνευστικό σύστημα, όπου τα τρήματα είναι κλειστά και δεν λειτουργούν. Ιδιαίτερα στα πρώτα στάδια παίζει ουσιαστικό ρόλο η πρόσληψη οξυγόνου που είναι διαλυμένο στο νερό. Οι νύμφες των Ζυγόπτερων (Εικ 8 και 9), όπως κάθε

άλλο υδρόβιο έντομο, αναπνέουν μέσω ουραίων βραγχίων, δηλαδή με τη βοήθεια οργάνων που είναι εξωτερικά. Ωστόσο, οι νύμφες των Ανισόπτερων (Εικ. 10) αναπνέουν εσωτερικά, μέσω του πρωκτού. Ο πρωκτός στα Ανισόπτερα αποτελείται από μια μεγάλη κοιλότητα με πληθώρα πτυχώσεων που αυξάνουν την επιφάνεια του οργάνου. Στα Ανισόπτερα με συστολή και διαστολή των εδρικών μυών δημιουργείται ρεύμα νερού στην έδρα προς τα μέσα ή προς τα έξω αντίστοιχα. Το οξυγόνο που είναι διαλυμένο στο νερό εισβάλλει στα βράγχια, που βρίσκονται στο ορθό έντερο και έτσι επιτελείται η αναπνοή. (Hammond, 1997)

Η αναπνευστική λειτουργία συνδέεται άμεσα και με την κίνηση καθώς με τη γρήγορη συστολή των εδρικών μυών το νερό φεύγει τόσο γρήγορα, που η νύμφη πηδάει μπροστά. Έτσι, τα Ανισόπτερα κινούνται και μέσω της εκτόξευσης του νερού κατά την αναπνοή. Τα Ζυγόπτερα επιτυγχάνουν την κίνηση στρίβοντας την κοιλία αριστερά-δεξιά και ενίοτε χρησιμοποιώντας τα εξωτερικά τους βράγχια στο κολύμπι όπως τα ψάρια την ουρά τους. Και τα δύο αναπνευστικά συστήματα είναι σημαντικά στην κίνηση, ειδικά σε έκτακτες περιπτώσεις, όπου η διαφυγή πρέπει να είναι άμεση και αστραπιαία.



Εικόνα 8: Νύμφη Ζυγόπτερων σε σχηματική αναπαράσταση και φωτογραφία



Εικόνα 9: Νύμφη Ζυγόπτερον με τα 3 χαρακτηριστικά εξωτερικά βράγχια (Miller, 2014).



Εικόνα 10: Νύμφη Ανισόπτερον. (Bob Miller, pugetsound.edu/Anisoptera)



Εικόνα 11: Στα αριστερά νύμφη Ανισόπτερου στα δεξιά νύμφη Ζυγόπτερου (*Miller, 2014*)

4.1.2. ΑΚΜΑΪΑ

Όπως με τα δομολειτουργικά χαρακτηριστικά των προνυμφών, που είναι προσαρμοσμένα για τη ζωή στο υγρό περιβάλλον, έτσι και με τα ακμαία, η μορφολογία τους ανταποκρίνεται στο πλαίσιο των βασικότερων λειτουργιών τους, τους που αφορά στο μεγαλύτερο μέρος τους την πτητική ικανότητα (Εικ 12 και 13).



Εικόνα 12: *Pyrrhosoma elisabethae* (Πηγή: <http://www.diginature.nl/waterjuffers/waterjuffers/griekse-vuurjuffer-pyrrhosoma-elisabethae.html>)

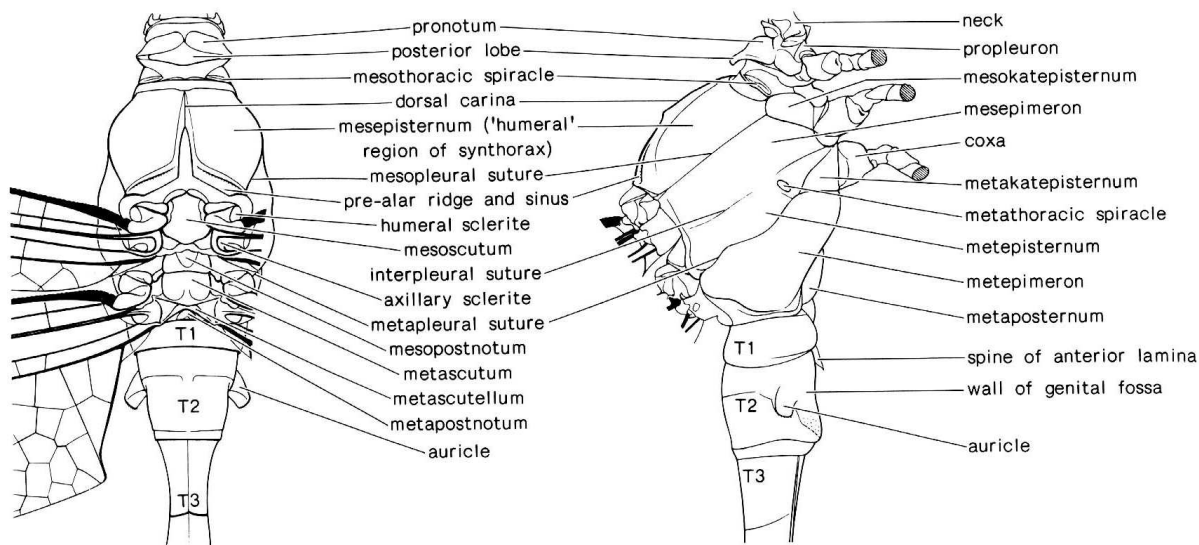


Εικόνα 13: *Somatochlora borisi*

(Πηγή: http://www.libellen.org/epallage/pubs/somatochlora_borisi.htm)

4.1.2.1. ΕΞΩΣΚΕΛΕΤΙΚΗ ΔΟΜΗ

Τα βασικά τους εξωσκελετικά και δομικά χαρακτηριστικά είναι σχεδιασμένα με τέτοιο τρόπο, ώστε να ευνοείται σε μεγάλο βαθμό η πτήση. Τα ακμαία έχουν δύο ζεύγη διάφανων, μακριών φτερών και έναν σχετικά λεπτό θώρακα που αποτελείται από 3 θωρακικά τμήματα. Η κεφαλή είναι εφοδιασμένη με ένα ζευγάρι εξεχόντων πολυσύνθετων οφθαλμών και ένα ζεύγος μικρών σμηριγγοειδών κεραιών. Ο θώρακας ακολουθεί τον άξονα του σώματος και στο σημείο όπου ενώνεται με την κεφαλή φύεται ένα πολύ ευαίσθητο όργανο προσανατολισμού, που το έντομο βοηθά να διατηρεί την ισορροπία του κατά τη διάρκεια της πτήσης. (Πηγή: www.bug.tamu.edu/entocourses/ento301/powerpoints/lecture_05.pdf)



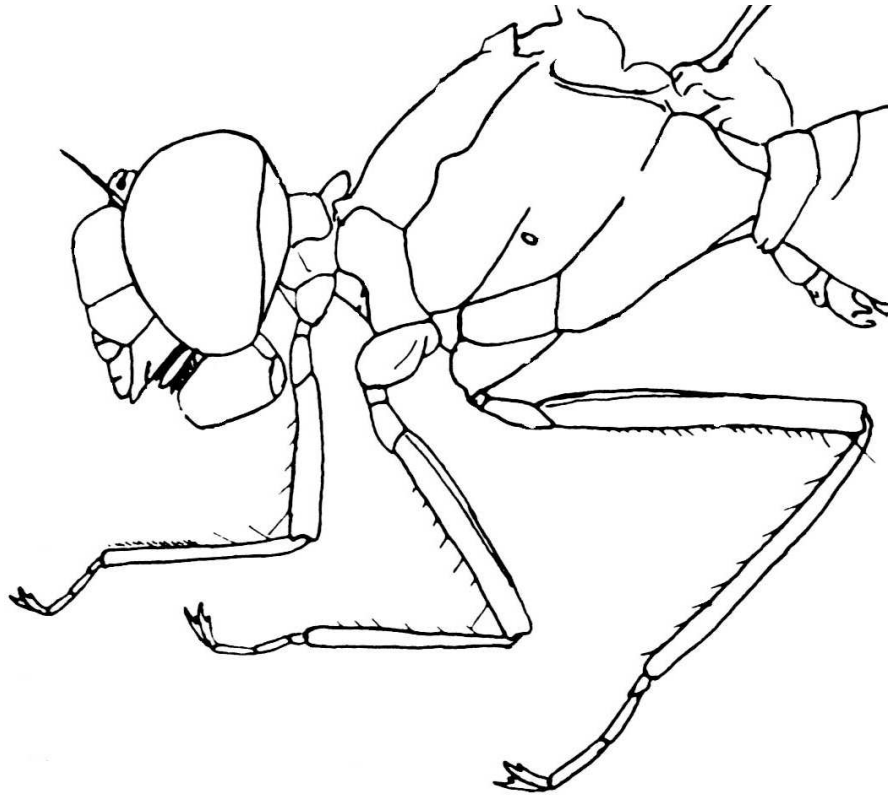
Εικόνα 14: Θώρακας ακμαίου Οδοντόγναθου. (Miller, 2014)

Στον καμπυλωτό θώρακα υπάρχουν ισχυρότατοι μύες οι οποίοι υποβοηθούν την πτήση και για το λόγο αυτό ο μεσοθώρακας και ο μεταθώρακας του εντόμου είναι πεπλατυσμένοι ώστε να λειτουργεί ως επιφάνεια που μπορεί να στηρίζει ικανά το μυϊκό σύστημα.

Η κοιλία είναι αρκετά μακριά ώστε σπάνια είναι κοντότερη από το μήκος του φτερού και πολύ εύκαμπτη, χάρη στη βοήθεια των 10 ουρόστερνων, και καταλήγει σε σφιγκτήρες και στα δύο φύλα. Στα Ζυγόπτερα είναι συνήθως λεπτή και κυλινδρική ενώ σε όλα τα θηλυκά έντομα των Ζυγόπτερον (και σε πολλές οικογένειες Ανισόπτερον επίσης) είναι διακριτός ο ωσθέτης, που υπάρχει κάτω από τα τμήματα 9-10. Τα αρσενικά διαθέτουν τόσο πρωτεύοντα αναπαραγωγικά όργανα όσο και δευτερεύοντα, που βρίσκονται στο κοιλιακό δακτύλιο 9 και 2-3 αντίστοιχα. Σε κάθε περίπτωση, οι δύο υποτάξεις διακρίνονται από τον διαφορετικό αριθμό ουραίων απολήξεων: 4 για τα αρσενικά Ζυγόπτερα και 3 για τα Ανισόπτερα (Πηγή: www.bug.tamu.edu/entocourses/ento301/powerpoints/lecture_05.pdf).

Η θέση των ποδιών, τα οποία βρίσκονται αρκετά μπροστά στο σώμα, κάνει φανερή τη λειτουργία τους, που είναι να διευκολύνει το έντομο στην σύλληψη της τροφής. Ως εκ τούτου, καθώς τα άκρα είναι προσαρμοσμένα για τη σύλληψη τροφής και την σταθεροποίηση επάνω στη βλάστηση, το έντομο δε διακρίνεται για την ικανότητά του να περπατά πάνω σε ομαλές επιφάνειες. Αντίθετα, είναι πολύ ικανό στο να χρησιμοποιεί τα πόδια για να δημιουργεί ένα «καλάθι» όπου μπορεί να τοποθετεί την τροφή του και να τη φέρνει

ευκολότερα στο στόμα. Επιπλέον, σε μερικά είδη στα άκρα διακρίνονται εκτός από το ισχίο, τροχαντήρας, μηρός, κνήμη και ταρσός και ακόμα περισσότερα μέρη πάνω από το ισχίο. Αυτό πάλι αντανακλά την πρωτόγονη μορφή των Οδοντόγναθων. Ο ταρσός είναι τριμερής (Πηγή: www.bug.tamu.edu/entocourses/ento301/powerpoints/lecture_05.pdf).



Εικόνα 15: Θέση των άκρων. (Miller, 2014)

4.1.2.2. ΟΦΘΑΛΜΟΙ

Τα Οδοντόγναθα θεωρούνται ως έχοντα εξαιρετική όραση (Εικ. 16), καθώς οι σύνθετοι οφθαλμοί που διαθέτουν (όπως άλλωστε όλα τα αρθρόποδα) ανταποκρίνονται με ακρίβεια στην κίνηση και στα σχήματα και παίζουν έναν σημαντικό ρόλο στη σύλληψη της τροφής και στην επαφή τους με τα υπόλοιπα έντομα. Οι οφθαλμοί στα Οδοντόγναθα είναι εξαιρετικά μεγάλοι, τόσο στα ακμαία, όσο και στις προνύμφες, προεξέχουν δε από το υπόλοιπο σώμα και ανάλογα με την Υπόταξη μπορεί να ενώνονται ή να είναι ξεχωριστοί. Έχουν πολυεδρική επιφάνεια και βρίσκονται στην πλευρική χώρα της κρανιακής κάψας. Καθένας από τους σύνθετους αυτούς οφθαλμούς αποτελείται από μεγάλο αριθμό χωριστών

δεκτών, τα ομματίδια. Το άμεσο ισχυρό φως εστιάζεται από κάθε σύστημα φακού πάνω στο ράβδωμά του, το οποίο περιέχει οπτικά ενεργές χρωστικές και έτσι προκαλεί την εκκίνηση ερεθίσματος σε νεύρο. Η ερμηνεία πολλών τέτοιων ερεθισμάτων μαζί από κέντρα συνδυασμού στον εγκέφαλο, παρέχει στο έντομο την όραση, η οποία, στην περίπτωση αυτή είναι μωσαϊκή. Ο αριθμός των ομματίδιων μπορεί συνολικά να φτάνει τα 28. 000-30. 000. Στα Ανισόπτερα, οι οφθαλμοί είναι μεγαλύτεροι και εξαπλώνονται προς το μπροστινό και επάνω μέρος της κεφαλής και συνήθως αγγίζονται κατακόρυφα. Στα Ζυγόπτερα, οι οφθαλμοί βρίσκονται στις πλευρές της κεφαλής. Οι οφθαλμοί συνήθως χωρίζονται, όπως για παράδειγμα σε όλα τα Ζυγόπτερα και σε κάποια Ανισόπτερα, αλλά μπορεί απλά να ακουμπούν ή να είναι εξολοκλήρου ενωμένοι στα υπόλοιπα Ανισόπτερα. Οι τεράστιοι οφθαλμοί, που σε κάποιες περιπτώσεις μπορεί να καλύπτουν ολόκληρη σχεδόν την επιφάνεια της κεφαλής, δίνουν σε κάποια Ανισόπτερα μια οπτική ακτίνα αντίληψης του περιβάλλοντός τους, που είναι σχεδόν 360 μοίρες και η απόσταση που μπορούν να αντιληφθούν φτάνει τα 40 πόδια (περίπου 12 μέτρα). Τα Οδοντόγναθα διαθέτουν επίσης 3 ακόμη απλούς οφθαλμούς (ocelli) που εδράζονται μεταξύ των κεραιών τους και μπροστά από τους σύνθετους (Hammond, 1997).

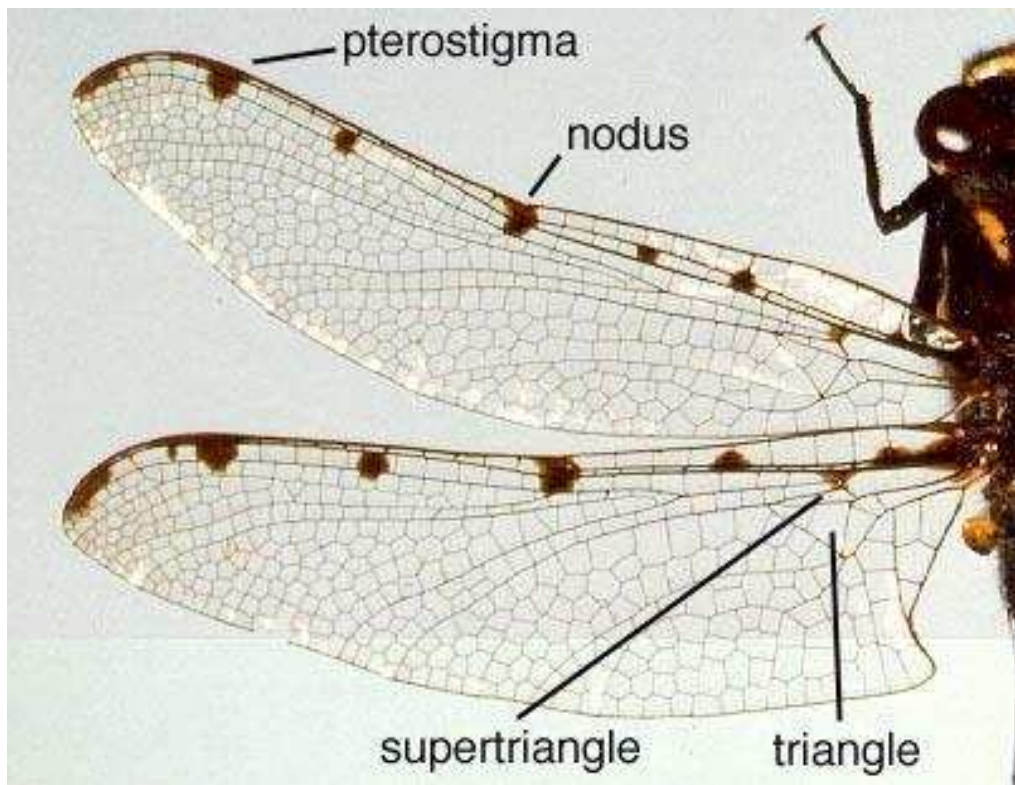


Εικόνα 16: Οφθαλμοί. Δεξιά πάνω: Ζυγόπτερα, κάτω: Ανισόπτερα (Πηγή Wikipedia/Οδοντόγναθα)

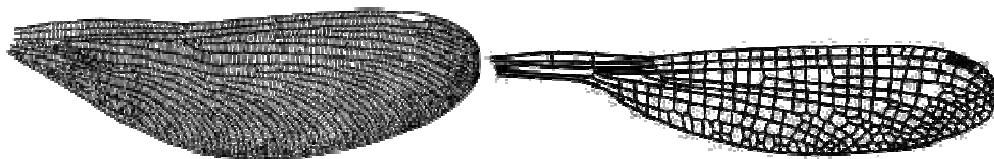
4.2. ΦΤΕΡΑ ΚΑΙ ΠΤΗΣΗ

4.2.1. ΔΟΜΗ

Όλα τα ακμαία Οδοντόγναθα διαθέτουν δύο ζεύγη φτερών που μπορεί να έχουν όμοιο ή ανόμοιο μεταξύ τους μέγεθος και σχήμα (Εικ 17). Στα Ανισόπτερα, οι οπίσθιες πτέρυγες του εντόμου είναι πλατύτερες από τις πρόσθιες. Πάνω στο κάθε φτερό υπάρχει μια συνεχής σειρά εγκάρσιων διασταυρούμενων νεύρων που δημιουργεί πτυχωτούς σχηματισμούς, τους διαχωρίζει σε τρίγωνα (triangle) και υπερ-τρίγωνα (supertriangle) και κάνει δυνατή την ανύψωση κατά την πτήση. Στα Ζυγόπτερα τα ζεύγη φτερών έχουν το ίδιο μέγεθος, σχήμα και νεύρωση, η οποία μπορεί να είναι πλούσια ή και όχι. Όλα τα Οδοντόγναθα διαθέτουν ένα ανώτερο τόξο της πτέρυγας, όπου η κύρια νεύρωση συναντά τη δευτερεύουσα (nodus), το οποίο βρίσκεται μεταξύ την άκρης και του εμπρόσθιου μέρους του φτερού και ένα πτερόστιγμα ανά φτερό, που αποτελεί μια σκιασμένη περιοχή που εντοπίζεται στο εξωτερικό, εμπρόσθιο άκρο του φτερού. Κατά κανόνα υπάρχουν μόνο 5 βασικές νευρώσεις (Trueman, 2001).

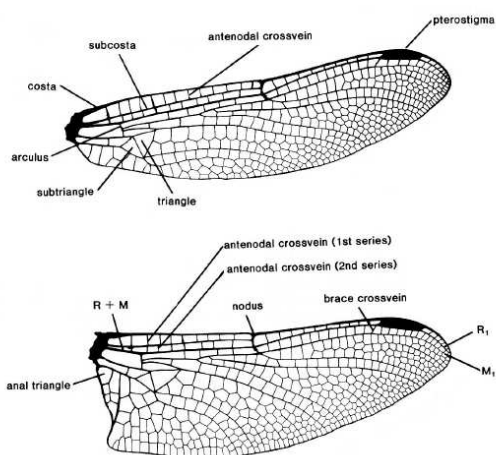


Εικόνα 17: *Archipetalia auriculata* (Neopetaliidae) (Πηγή: <http://tolweb.org/Odonata>)



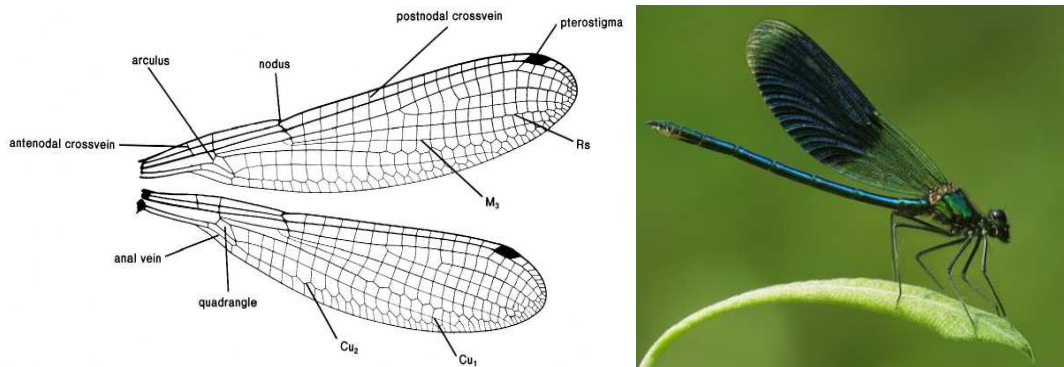
Εικόνα 18: Διάφορες νευρώσεις περυγών (Πηγή: <http://tolweb.org/Odonata>). Περιπτώσεις νευρώσεων στα φτερά στα Ζυγόπτερα, με πλήθος ή μικρό αριθμό νευρώσεων στα είδη *Matrona japonica* (Calopterygidae) και *Austroargiolestes icteromelas* (Megapodagrionidae) αντίστοιχα (εικ. 18).

Είναι γεγονός πως τόσο στα Ζυγόπτερα όσο και στα Ανισόπτερα, τα φτερά δε διπλώνονται επάνω στο σώμα, όπως συμβαίνει στα υπόλοιπα έντομα στη στάση ηρεμίας. Ωστόσο υπάρχει μεταξύ τους μια ειδοποιός διαφορά σχετικά με τα φτερά στις δύο υποτάξεις. Σε όλα σχεδόν τα Ανισόπτερα, τα φτερά διατηρούνται ανοιχτά δεξιά και αριστερά του σώματος και ελαφρώς μπροστά (Εικ. 19). Αντίθετα, στα περισσότερα Ζυγόπτερα τα φτερά ενώνονται πάνω από το σώμα, ακολουθώντας ωστόσο τη φορά του θώρακα, χωρίς να προεξέχουν. Σε κάποιες περιπτώσεις Ζυγόπτερων, τα φτερά μπορεί να τοποθετούνται οριζόντια σε στάση ηρεμίας (Εικ. 20) και σε μία περίπτωση (αυτή του *Cordulephya*, Corduliidae), τα φτερά τοποθετούνται σε ηρεμία όπως στα Ανισόπτερα (Trueman, 2001).



Εικόνα 19: Φτερά των Ανισόπτερων και τοποθέτηση σε στάση ηρεμίας. (Trueman, 2001).

Zygoptera



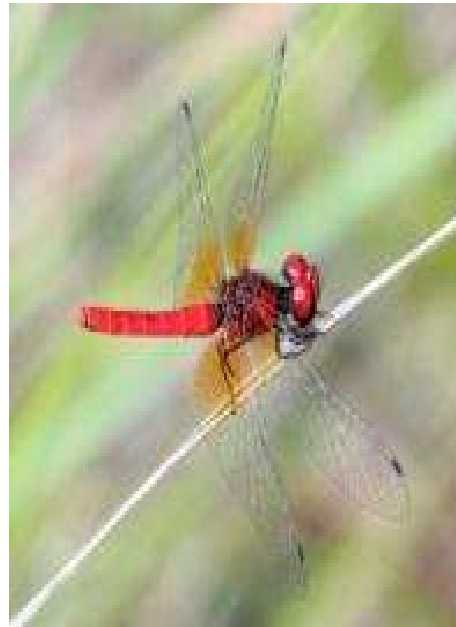
Εικόνα 20: Φτερά των Ζυγόπτερων και τοποθέτηση σε στάση ηρεμίας (Wikipedia.org/Odonates)

4.2.2. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ

Τα φτερά των Οδοντόγναθων είναι αρκετά ισχυρά ώστε να επιτρέπουν στο έντομο μεγάλη ταχύτητα, διάρκεια πτήσης και επιτάχυνση, η οποία το βοηθά να συλλάβει την τροφή του και να ελιχθεί. Γενικά, τα μεγαλόσωμα έντομα μπορούν να καλύψουν απόσταση 10-15 μέτρων ανα δευτερόλεπτο, να αναπτύξουν δηλαδή ταχύτητα 22-34 χλμ. την ώρα, με συνήθη μέσο όρο περίπου 4,5 μέτρα ανά δευτερόλεπτο. Το έντομο μπορεί να κινηθεί προς 6 διαφορετικές κατευθύνσεις επάνω-κάτω, δεξιά-αριστερά και μπροστά-πίσω. Υπάρχουν, βέβαια, και καταγεγραμμένες περιπτώσεις ειδών όπου η ταχύτητα της πτήσης έφτασε τα 58 χλμ. ανά ώρα, όπως στο αυστραλιανό Είδος *Austrophlebia costalis*. Επιπλέον, σε αντίθεση με τα περισσότερα έντομα που μπορούν να κινήσουν τα φτερά τους είτε όλα μαζί, είτε μόνο ένα ζεύγος ταυτόχρονα, τα Οδοντόγναθα μπορούν να κινήσουν τα φτερά τους ανεξάρτητα το ένα από το άλλο. Η ταχύτητα με την οποία κινούν τα φτερά τους είναι, ωστόσο, σχετικά χαμηλή, φτάνοντας στο μέγιστό της τα 30 χτυπήματα το δευτερόλεπτο (όταν για παράδειγμα μια μέλισσα φτάνει τα 300 (Πηγή: <http://en.wikipedia.org/wiki/Odonata>)

4.3. ΜΕΓΕΘΟΣ ΚΑΙ ΧΡΩΜΑΤΑ

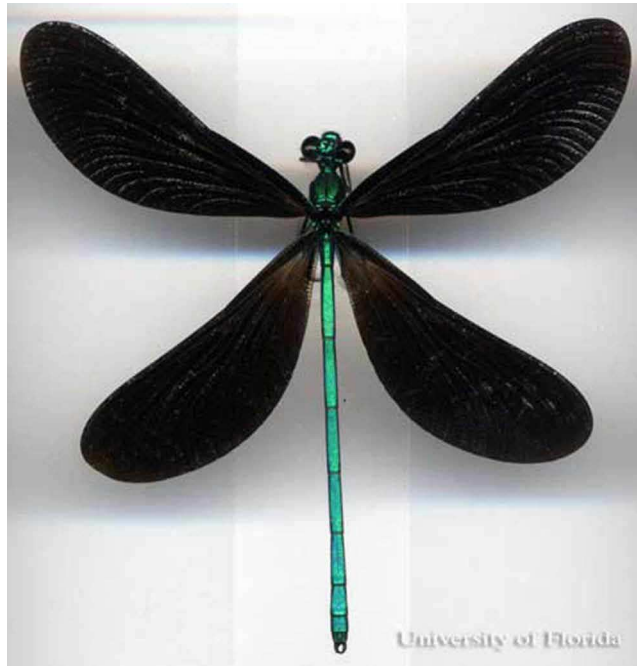
Σε γενικές γραμμές τα Ζυγόπτερα είναι πιο μικρόσωμα από τα Ανισόπτερα, κυρίως ως προς τον όγκο τους, ωστόσο γενικότερα τα Οδοντόγναθα θεωρούνται από τα πιο μεγαλόσωμα έντομα. Το μεγαλύτερο εν ζωή Οδοντόγναθο είναι πιθανότατα το *Megalopterus caerulatus*, ένα Ζυγόπτερο που ζει στη Νότιο Αμερική, με άνοιγμα φτερών 16,5 εκατοστά ενώ το δεύτερο μεγαλύτερο είναι τα θηλυκά του Ανισόπτερου *Tetracathagyna plagiata*, το οποίο είναι παράλληλα και το βαρύτερο εν ζωή Οδοντόγναθο, και μπορεί να φτάσει τα 16 εκατοστά. Το μικρότερο Οδοντόγναθο είναι το *Nannophya pygmaea* που ζει στην Ασία, με άνοιγμα φτερών 2 εκατοστά (Εικ. 21) (Πηγή: <http://en.wikipedia.org/wiki/Odonata>)



Εικόνα 21: Ο γίγαντας και ο νάνος των Οδοντόγναθων. (Wikipedia/Οδοντόγναθα)

Τα χρώματα στα Οδοντόγναθα μπορεί να ποικίλλουν. Κατά γενική ομολογία, τα χρώματα των Ζυγόπτερον είναι πιο εντυπωσιακά και έντονα στην απόχρωσή τους, όπως το πολύ εντυπωσιακό *Calopteryx maculata*, (Εικ. 22) που ζει στη Φλόριντα των Η. Π. Α. Στα Ανισόπτερα, τα αρσενικά άτομα έχουν πιο ζωντανά χρώματα σε σχέση με τα θηλυκά, τα οποία είναι συνήθως καφέ ή γκρι σκούρα. Τα χρώματα μπορεί να αλλάζουν κατά τη διάρκεια ζωής του εντόμου και, μέσω των διαδοχικών εκδύσεων, να προσαρμόζονται τελικά στο περιβάλλον τους. Η διαδικασία των εκδύσεων και οι αλλαγές που συντελούνται αναλύονται

πραιτέρω στο αμέσως επόμενο κεφάλαιο (Πηγή: <http://en.wikipedia.org/wiki/Odonata>).



Εικόνα 22: *Calopteryx maculata* (Wikipedia/Οδοντόγναθα)

5. ΒΙΟΛΟΓΙΑ - ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ

5.1. ΣΤΑΔΙΑ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ

Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο, οι δύο υποτάξεις διαφέρουν από μορφολογικής άποψης βάσει κάποιων γενικών χαρακτηριστικών τους. Ωστόσο, οι κύκλοι ζωής τους, με τα διάφορα στάδια εξέλιξης του εντόμου, δεν παρουσιάζουν αξιοσημείωτες διαφορές. Η εξέλιξη αυτή μπορεί να διαρκέσει βδομάδες ή και μήνες και η μεγάλη υπομονή κατά την παρατήρηση *in vivo* είναι ένα απαραίτητο στοιχείο, αν όχι προαπαιτούμενο κατά τη μελέτη του εντόμου, με δεδομένο ότι το πέρασμα από τα στάδια δεν είναι αυστηρά προκαθορισμένο σε σχέση με το χρόνο (Πηγή: <http://en.wikipedia.org/wiki/Odonata>)

5.1.1. ΕΠΑΝΑΠΡΟΣΔΙΟΡΙΖΟΝΤΑΣ ΤΗΝ ΟΡΟΛΟΓΙΑ

Η φαινομενικά μη δομημένη και μη απόλυτα προβλέψιμη διάρκεια του κάθε σταδίου είναι η πιο αξιοσημείωτη ίσως παρατήρηση που μπορεί να γίνει κατά την εξέταση των σταδίων ανάπτυξης του εντόμου. Ο Corbet (2002) παρατηρεί πως στα Οδοντόγναθα το κάθε στάδιο μπορεί να διαρκέσει από μερικές ώρες μέχρι μερικούς μήνες γεγονός που εξαρτάται από πολλούς παράγοντες κυρίως περιβαλλοντικούς, αλλά και από το είδος του εντόμου. Για παράδειγμα, έχει παρατηρηθεί ότι η Οικογένεια Aeshnidae έχει περισσότερα στάδια και μεγαλύτερο ρυθμό ανάπτυξης από την Libellulidae. Είναι ίσως χαρακτηριστικό ότι η ποικιλία των σταδίων μπορεί να μην παρατηρείται μόνο μεταξύ διαφορετικών υπεροικογενειών και οικογενειών, αλλά και ακόμη και μεταξύ αυγών της ίδιας εναπόθεσης (Corbet, 2002).

Ελλείπει μιας ενοποιητικής θεώρησης και ακολουθώντας την προσέγγιση του Corbet, ο όρος «στάδιο» νοείται τυπικά ως εμπεριέχων μια εξειδικευμένη κατά περίπτωση συνάρτηση, ένας «τύπος» ανάπτυξης που εμπεριέχει μεταβλητές από τις οποίες εξαρτάται και καθορίζεται, όπως η θερμοκρασία, η φωτοπερίοδος και ο συσχετισμός μεγέθους, ρυθμού ανάπτυξης και εκδύσεων. Σύμφωνα με αυτή τη θεώρηση, τα επιμέρους στάδια που μπορούμε να αναμένουμε είναι 8-18 στα Ανισόπτερα και 8-17 στα Ζυγόπτερα, ανάλογα με τις διαφορετικές μεταβλητές που επιβάλλουν οι εκάστοτε συνθήκες. Νοούμενο έτσι, το κάθε γενικό στάδιο μπορεί να διακρίνεται από αριθμό τύπων και έτσι όταν μιλάμε, για παράδειγμα, για τη νύμφη, αυτή νοείται ως σύνολο πολλών επιμέρους σταδίων ανάπτυξης (νυμφικές

ηλικίες-instars) και όχι ως ένα καθεαυτό στάδιο. Ως εκ τούτου, η χρήση των όρων κατά την περιγραφή των σταδίων στην παρούσα εργασία αποτελεί μια εργαλειακή γενίκευση, ωστόσο αναγνωρίζει ταυτόχρονα την μη-μονοδιάστατη ταυτότητα των γενικών σταδίων (Corbet, 2002). Πολλοί άλλωστε ερευνητές χρησιμοποιούν τον όρο προνύμφη για τις νύμφες των Οδοντόγναθων, γεγονός που απορρίπτεται από τους περισσότερους.

5.1.2. ΣΤΑΔΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

Έχοντας επισημάνει τη λειτουργία και τη χρήση των όρων, τα πιο χαρακτηριστικά στάδια ανάπτυξης που μπορούμε να διακρίνουμε στα Οδοντόγναθα είναι η φάση του αυγού, η φάση της νύμφης και η φάση του ακμαίου εντόμου.

5.1.2.1. ΩΟΤΟΚΙΑ ΚΑΙ ΑΥΓΑ

Η ωοτοκία στα Οδοντόγναθα λαμβάνει χώρα σε υδρόβια περιβάλλοντα, στο νερό ή πολύ κοντά σε αυτό (Εικ. 23, 24, 25 και 26). Η εναπόθεση των αυγών των Οδοντόγναθων γίνεται με τρεις τρόπους: με ενδοφυτική, με επιφυτική και με εξωφυτική ωοτοκία. Στην περίπτωση της ενδοφυτικής ωοτοκίας, τα αυγά εισάγονται μέσα στα φύλλα ή τα στελέχη των υδροβίων φυτών με την βοήθεια ωοθέτη, ενώ στην περίπτωση της εξωφυτικής ωοτοκίας τα αυγά ρίπτονται ή εναποθέτονται στο νερό, σε όχθες ή στο λασπώδες περιβάλλον. Στη περίπτωση της επιφυτικής ωοτοκίας τα αυγά προσκολλώνται στην επιφάνεια υδροβίων φυτών. Τα αυγά εναποθέτονται συνήθως στο περιβάλλον κατά παρτίδες και ριπαία, όπου το κάθε αυγό ακολουθεί αμέσως το προηγούμενο. Η ενδοφυτική εναπόθεση έχει την τάση να περιορίζεται σε μερικές εκατοντάδες αυγά ανά ημέρα ή και λιγότερα, ενώ η εξωφυτική ωοτοκία μπορεί να περιλαμβάνει αρκετές χιλιάδες αυγά ανά εναπόθεση (Corbet, 2002).



Εικόνα 23: Εναπόθεση αυγών σε φυτικό υλικό μέσα σε υδρόβιο περιβάλλον.



Εικόνα 24: Εναπόθεση αυγών σε κορμό σε αποσύνθεση κοντά στο νερό



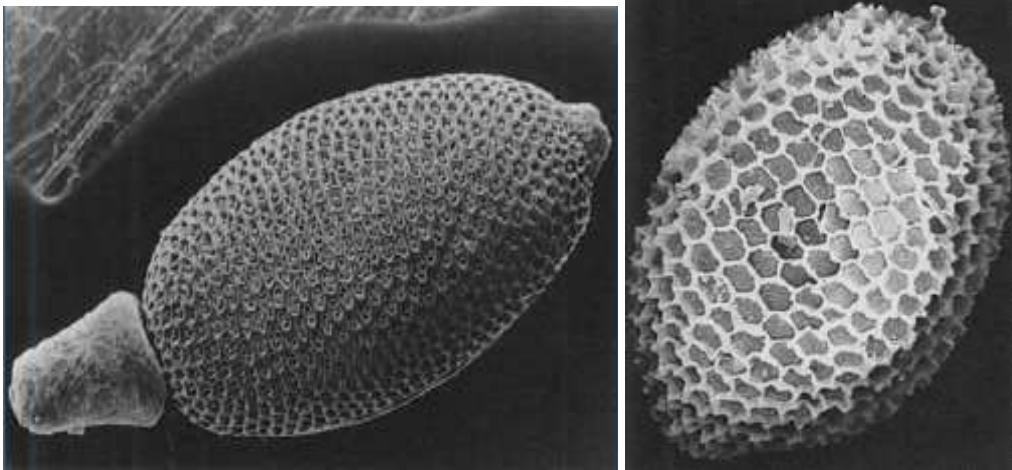
Εικόνα 25: Ωτοκία Coenagrionidae στο λασπώδες έδαφος όχθης.



Εικόνα 26: Ωτοκία Aeshnidae σε στάσιμα νερά. (Miller, 2014)

Η εκκόλαψη των αυγών ποικίλλει χρονικά, αλλά και ανάλογα με την Υπεροικογένεια και σχετίζεται άμεσα με τις κλιματικές συνθήκες που επικρατούν κατά τη διάρκεια αυτού του σταδίου. Κάποια Ανισόπτερα μπορούν να διαχειμάσουν στη μορφή του αυγού και να μην εκκολαφθούν μέχρι μερικούς μήνες αργότερα, όταν η θερμοκρασία είναι ευνοϊκότερη. Ωστόσο, υπάρχουν τροπικά είδη της τάξης του εντόμου, που μπορούν να εκκολαφθούν και σε 5 μόλις μέρες. Κατά μέσο όρο, τα αυγά εκκολάπτονται σε 7-8 ημέρες από την απόθεση, ωστόσο, η εκκόλαψη μπορεί να αναβληθεί μέχρι και 80 ημέρες μετά, και σε μία καταγεγραμμένη περίπτωση μέχρι και 360 ημέρες (Bybee, 2012). Το σχήμα το αυγού ποικίλλει εξίσου. Μπορεί να ομοιάζει με μικροσκοπικό κόκκο ρυζιού ή να είναι σχηματικά

μια μικρογραφία ενός μάνγκο. Κατά κανόνα, τα αυγά που προέρχονται από ενδοφυτική ωοτοκία είναι αναλογικά μακρύτερα παρά πλατιά, ενώ αυτά που προέρχονται από επιφυτική και εξωφυτική ωοτοκία είναι ελλειπτικά ή ημισφαιρικά. (Εικ. 27) (Corbet, 2002).



Εικόνα 27: Αυγά Οδοντόγναθων (Abbott, 2005)

5.1.2.2. ΣΤΑΔΙΟ ΤΗΣ ΝΥΜΦΗΣ

Μετά την εκκόλαψη των αυγών ακολουθούν οι διάφορες ηλικίες (instars ή, κατά τον Corbet, stadia) στο τέλος των οποίων το έντομο σταδιακά εξελίσσεται σε μια πιο αναπτυγμένη έκδοση του εαυτού του από ότι στο προηγούμενο στάδιο. Στην πρώτη (πρώιμη)

ηλικία (instar) το έντομο εκδύεται του μεμβρανώδους κελύφους του αυγού του, αποκαλύπτοντας τον νέο εξωσκελετό (Εικ. 28). Καθώς η νύμφη είναι εξολοκλήρου υδρόβια, διαφέρει σημαντικά, τόσο στη μορφή όσο και στη συμπεριφορά της, συγκρινόμενη με την ενήλικη εκδοχή της. Τα φτερά δεν έχουν σχηματιστεί ακόμη καθώς είναι άχρηστα στο υγρό περιβάλλον του εντόμου και τίποτα στη δομή του δε προμηνύει την μεταγενέστερη ανάπτυξή τους (Corbet, 2002).



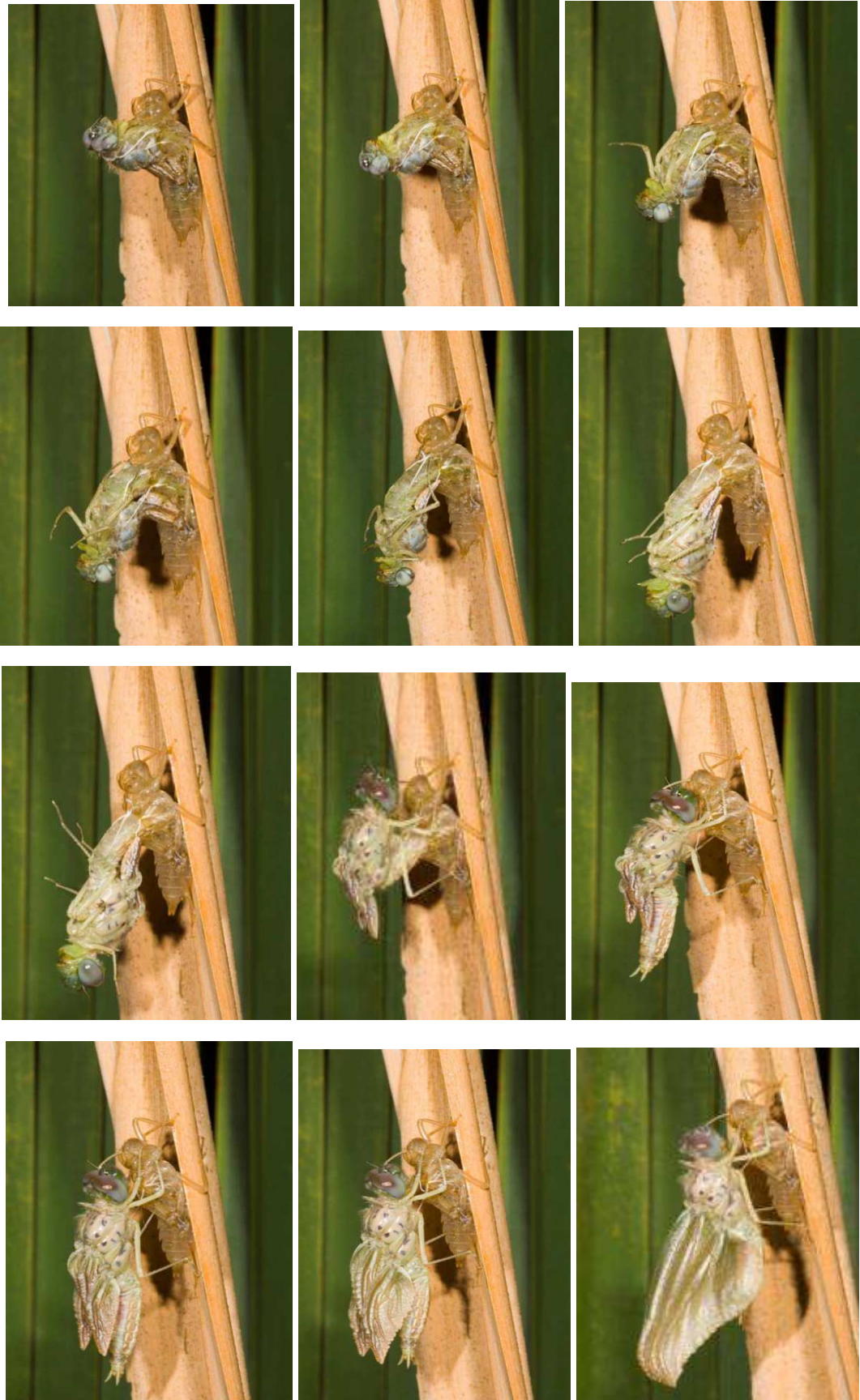
Εικόνα 28: Το πρώτο στάδιο από αυγό σε νύμφη. (Abbott, 2005)

Ειδικότερα, καθώς η νύμφη εξελίσσεται μέσω των αλληπάλληλων εκδύσεων, μεγαλώνει σταδιακά σε μέγεθος χωρίς παράλληλα ιδιαίτερες αλλαγές στη δομή της. Οι καθοριστικές αλλαγές έρχονται μετά την ολοκλήρωση των μισών σταδίων και μάλλον προς τα τελευταία, όπου τα φτερά αναπτύσσονται πολύ γρήγορα και μεγαλώνουν δραστικά μέσα σε πολύ μικρό διάστημα. Τα επιμέρους αυτά στάδια που νοούνται ανάμεσα από τις εκδύσεις μπορεί να κυμαίνονται μεταξύ 8-18 και όπως έχει ήδη προαναφερθεί ποικίλλουν ιδιαίτερα σε διάρκεια. Ο γενικός εμπειρικός κανόνας που ισχύει για τις νύμφες των Οδοντόγναθων, όπως και των περισσότερων ίσως εντόμων, είναι ότι η θερμοκρασία συνιστά παράγοντα επιτάχυνσης του ρυθμού ανάπτυξής τους, με χαρακτηριστικό ίσως παράδειγμα τα άτομα που ζουν σε τροπικά κλίματα. Έχει επίσης παρατηρηθεί ότι ορισμένα έντομα μπορεί να επιλέξουν να περάσουν τον τελευταίο χειμώνα πριν την ενηλικίωση στο τελευταίο τους instar (ηλικία)

περιμένοντας την άνοιξη που συνεπάγεται τη βελτίωση του καιρού και την αύξηση θερμοκρασίας (Corbet, 2002).

Τα Οδοντόγναθα δεν έχουν στάδιο προνύμφης, αν και χρησιμοποιείται ως ορολογία αντί του «νύμφη» από ορισμένους επιστήμονες, χωρίς ωστόσο να τυγχάνει ευρείας αποδοχής. Αυτό που συμβαίνει κατά το τέλος του σταδίου της νύμφης (στο τελευταίο instar-ηλικία) είναι ότι σταματά πλέον να τρέφεται και τα όργανά της μεταμορφώνονται σε αυτά ενός ακμαίου εντός του νυμφικού περιβλήματος. Η νύμφη αναδύεται μέσα από το νερό σε ένα στήριγμα ικανό να τη συγκρατήσει, ένα ρόλο που συνήθως τον έχει η βλάστηση, και μέσα από την τελευταία της έκδυση πραγματοποιείται η ανάδυση του τέλειου (ακμαίου) εντόμου. (Εικ. 29) Μέχρι τότε οι νύμφες ζουν και συμπεριφέρονται ως υδρόβια έντομα (Corbet, 2002).







Εικόνα 29: Τελευταίο στάδιο της νύμφης και ανάδυση του ακμαίου εντόμου. (Abbott, 2005)

5.1.2.3. ΤΟ ΕΝΗΛΙΚΟ ENTOMO

Στο τελευταίο στάδιο της νύμφης, αν οι συνθήκες το επιτρέψουν, εφόσον, δηλαδή, η θερμοκρασία είναι αρκετά υψηλή, τα μεγαλύτερα Ανισόπτερα θα έχουν εγκαταλείψει το νερό μέχρι τη δύση της ημέρας και θα έχουν πραγματοποιήσει την πρώτη τους πτήση μέχρι το επόμενο πρωί. Τυπικά, τα μικρότερα σε μέγεθος είδη χρειάζονται περισσότερο χρόνο. Το στάδιο της μετέκδυσης για το νεαρό έντομο με τον τρυφερό ακόμη εξωσκελετό (teneral) κρατά μερικές ώρες στη διάρκεια των οποίων στεγνώνει τα φτερά και τον εξωσκελετό του που συμπαγοποιείται για να ακολουθήσει έπειτα η πρώτη πτήση του (Corbet, 2002).

Το νεαρό έντομο εγκαταλείπει την περιοχή που αναπτύχθηκε για ώρες, μέρες ή και έναν ολόκληρο μήνα μετά την πρώτη του πτήση για να τραφεί και να ωριμάσει. Το έντομο αρχικά είναι απαλό, ωχρό, πεινασμένο λόγω της αποχής από την τροφή και μη έτοιμο αναπαραγωγικά. Στο διάστημα αυτό που μεσολαβεί συντελούνται κάποιες βασικές λειτουργίες που κυρίως αφορούν την ωρίμανσή του: οι γονάδες τους αναπτύσσονται πλήρως, ξενικά να αναζητά την τροφή του και να επιλέγει την περιοχή του. Παράλληλα, γίνονται πλέον διακριτά τα χαρακτηριστικά του χρώματα, που μάλιστα στα νεαρά ενήλικα χαρακτηρίζονται από μια ευδιάκριτη γυαλάδα στα φτερά. Σε ορισμένες περιπτώσεις τα χρώματα μπορεί να αλλάξουν στην διάρκεια της ζωής του. Η πρώιμη αναπαραγωγική περίοδος ή περίοδος ωρίμανσης, κατά την οποία η δομή του εντόμου φτάνει σε πλήρη ανάπτυξη, μπορεί να διαρκέσει από 2 έως 8 εβδομάδες και εξαρτάται από το είδος του και τις κλιματικές συνθήκες που επικρατούν στο περιβάλλον του. Όταν η περίοδος ωρίμανσής του συμπίπτει με ψύχος ή κρύο καιρό μπορεί να διαρκέσει μέχρι και 9 μήνες. Το δεύτερο και

τελευταίο στάδιο του ακμαίου εντόμου, η αναπαραγωγική περίοδος, ξεκινάει μόλις ολοκληρωθεί η περίοδος ωρίμανσης.

5.1.3. ΖΕΥΓΑΡΩΜΑ ΚΑΙ ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ

Η αναπαραγωγική περίοδος ξεκινά με τη συγκέντρωση αρσενικών σε περιβάλλον όπου το νερό είναι το κυρίαρχο στοιχείο. Τα αρσενικά έντομα λαμβάνουν θέσεις είτε πάνω από το νερό είτε στις όχθες του υγρού στοιχείου περιμένοντας τα θηλυκά έντομα (Corbet, 2002).

5.1.3.1. ΕΛΑΦΙΚΉ ΔΙΕΚΔΙΚΗΣΗ ΚΑΙ ΕΠΙΛΟΓΗ

Τα Οδοντόγναθα χαρακτηρίζονται από την τάση τους να επιζητούν να επικυρώσουν την εδαφική τους διεκδίκηση, ειδικά όταν πρόκειται για τη φάση της σύζευξης. Τα αρσενικά θα περιφρουρήσουν την περιοχή που θα επιλέξουν συχνά με επιθετικότητα, ειδικά για αυτά τα αρσενικά που επιστρέφουν στο ίδιο σημείο για πολλές μέρες μετά από αλλεπάλληλα επιτυχή ζευγαρώματα προκειμένου να διώξουν τυχόν ανταγωνιστές και να ξαναπροσπαθήσουν. Η περιφρούρηση της περιοχής του από το αρσενικό μπορεί να διαρκέσει από ώρες μέχρι μέρες. Η επιθετικότητα μπορεί να οδηγεί σε εναέριες μάχες και επιδείξεις ικανοτήτων και να καταλήγει σε τραυματισμούς ή και θάνατο (Εικ. 30). Ωστόσο, έχουν παρατηρηθεί και περιπτώσεις όπου οι περιοχές δεν φυλάσσονται με την ίδια πυγμή και η αντίδραση να ποικίλει από αδιαφορία μέχρι συμβιβαστικότητα αλλά αυτή η συμπεριφορά δεν υιοθετείται από κυρίαρχα ακμαία (Abbott, 2005).

Όταν ένα θηλυκό προσεγγίσει μια περιοχή, ο αρσενικός έντοκος της περιοχής θα δοκιμάσει να ζευγαρώσει μαζί της. Σε κάποιες περιπτώσεις θα υπάρξουν αναγνωριστικές περιπτώξεις μεταξύ των δύο, που σταδιακά εξελίσσονται είτε σε ζευγάρωμα είτε στην απόφαση του θηλυκού να απορρίψει το αρσενικό, καθώς εκείνο προσπαθεί να την οδηγήσει στο χώρο εναπόθεσης αυγών εντός της περιοχής του που το ίδιο έχει επιλέξει. Συνήθως οι αναγνωριστικές επαφές και το ζευγάρωμα δεν συμβαίνουν αμέσως αλλά παίρνουν το χρόνο που επιλέγει το ζεύγος των εντόμων (Abbott, 2005).



Εικόνα 30: Αρσενικά μάχονται για τη διεκδίκηση της περιοχής (arkinspace. com)

5.1.3.2. ΣΤΑΣΗ ΣΥΖΕΥΞΗΣ ΚΑΙ ΟΧΕΪΑ

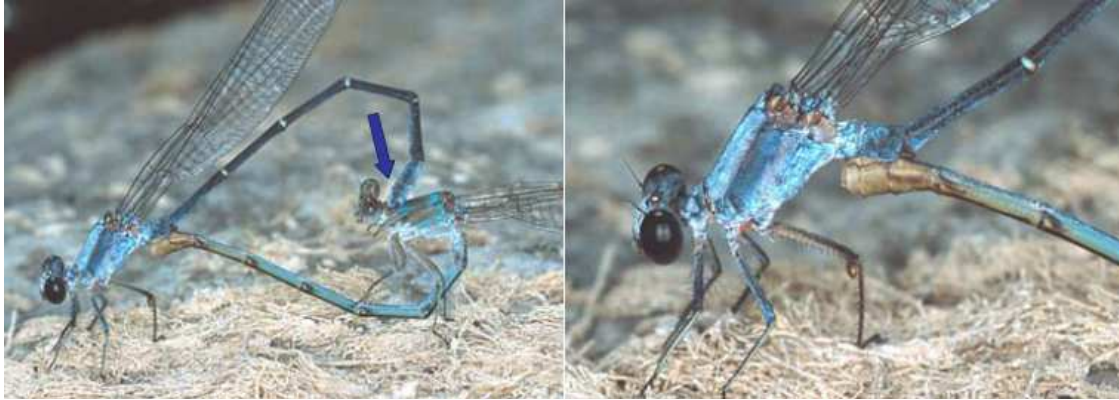
Το ζευγάρωμα στα Οδοντόγναθα είναι εντυπωσιακό και συχνά χρησιμοποιείται ως υπόδειγμα κιναισθητικής ικανότητας που μπορεί να απαντηθεί στα έντομα. Η στάση του ζευγαρώματος εκκινείται από το αρσενικό, το οποίο προσεγγίζει το θηλυκό και με τους δύο κέρκους του και τον επίπρωκτο ως λαβίδα στο άκρο της κοιλίας του, το συλλαμβάνει και το συγκρατεί σταθερά πλησίον του. Στα Ανισόπτερα το αρσενικό συγκρατεί το θηλυκό από το πίσω μέρος του κεφαλιού (Εικ. 31) ενώ στα Ζυγόπτερα από τον προθώρακα (Εικ. 32). Έπειτα, το αρσενικό κινείται και προσαρμόζεται πάνω στο θηλυκό με τρόπο που προσεγγίζει τα αναπαραγωγικά του όργανα στη βάση της κοιλίας όπου βρίσκεται το άγκιστρο των γεννητικών οργάνων, επάνω στα αντίστοιχα θηλυκά. Παράλληλα, το θηλυκό γέρνει την κοιλία μπροστά και προς τα κάτω και ενώνεται με τα δευτερεύοντα γεννητικά όργανα του αρσενικού που βρίσκονται στο 2-3 κοιλιακό του τμήμα (Εικ. 33) και που προηγουμένως (πριν ακόμη το ξεκίνημα του ζευγαρώματος) έχουν τροφοδοτηθεί με σπέρμα από το πρωτεύον του γεννητικό όργανο στο τμήμα 9. Όπως γίνεται αντιληπτό, το όργανο οχείας του αρσενικού δε

βρίσκεται στην ουρά αλλά στη βάση της κοιλίας (Corbet, 2002).

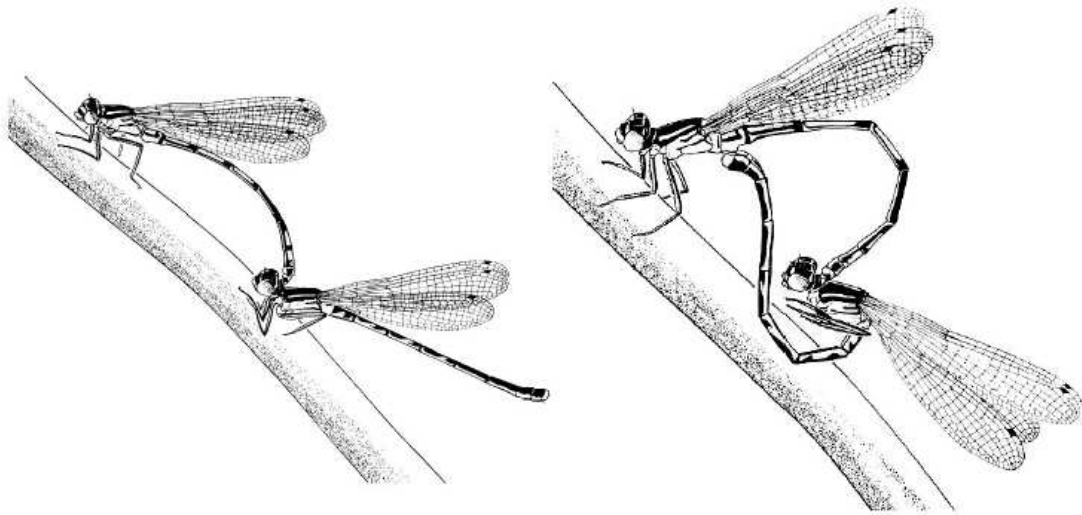
Η στάση αυτή όπου τα δύο έντομα είναι ενωμένα δίνει σχηματικά την εντύπωση ενός τροχού (Εικ. 34). Ο τροχός αυτός δημιουργείται συνήθως εν μέσω της πτήσης και εξυπηρετεί την εναπόθεση του σπέρματος στο θηλυκό. Η πτήση αυτή γίνεται με το αρσενικό μπροστά και το θηλυκό όπισθεν και συνήθως ακολουθεί μια πορεία με κατεύθυνση την επιλεγμένη φωλιά. Τα έντομα εν τέλει θα προσγειωθούν για να σταθεροποιηθούν, παραμένοντας παράλληλα σε αυτή τη στάση, ωστόσο ακόμα και κατά τη διάρκεια της πτήσης ο συγχρονισμός τους είναι εντυπωσιακός. Τα έντομα θα παραμείνουν σε αυτή τη στάση για ένα διάστημα που μπορεί να κυμαίνεται από μερικά δευτερόλεπτα μέχρι και αρκετές ώρες ανάλογα με το είδος του εντόμου. Παρόλα αυτά, ένα μικρό αναλογικά μέρος αυτού του χρόνου θα χρησιμοποιηθεί για την μεταφορά σπέρματος από το αρσενικό στο θηλυκό καθώς το αρσενικό θα ασχοληθεί πρωτίστως και κυρίως με τον επιμελή καθαρισμό των οργάνων του θηλυκού από τυχόν προηγούμενη οχεία (Corbet, 2002).



Εικόνα 31: Ανισόπτερα *Aeshna grandis* ή ‘brown hawker’ σε σύζευξη. (Tim Beynon)



Εικόνα 32: Σύζευξη Ζυγόπτερων. (John C. Abbott)



Εικόνα 33: Το αρσενικό συλλαμβάνει το θηλυκό από τον λαιμό. Το θηλυκό φέρνει τα γεννητικά του όργανα πλησίον σε αυτά του αρσενικού. (Miller, 2014)

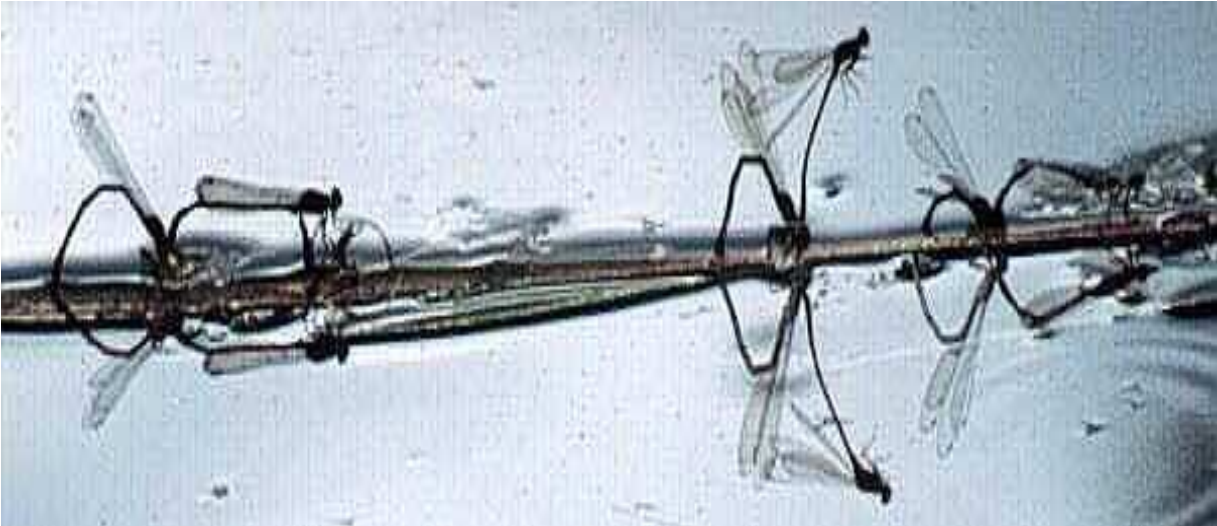


Εικόνα 34: Ζευγάρισμα οδοντόγναθων

5.1.3.3. ΕΝΑΠΟΘΕΣΗ ΑΥΓΩΝ ΚΑΙ ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ

Σε πολλές περιπτώσεις η εναπόθεση αυγών γίνεται όσο ακόμη τα έντομα είναι ενωμένα στον «τροχό». Σε κάποιες άλλες το αρσενικό ίπταται πάνω από το θηλυκό όσο εκείνο εναποθέτει τα αυγά. Υπάρχουν, τέλος, περιπτώσεις όπου το αρσενικό αφήνει το θηλυκό να γεννήσει ενώ εκείνο επιστρέφει στην περιφρούρηση της περιοχής του. Η περιφρούρηση μετά τη σύζευξη είναι σημαντική για το αρσενικό καθώς το θηλυκό γονιμοποιείται από την τελευταία εναπόθεση σπέρματος. Μετά τη σύζευξη το θηλυκό γεννά τα αυγά του σχεδόν αμέσως (Εικ. 35). Η εναπόθεση των αυγών μπορεί να ποικίλει, καθώς μπορεί να γίνει εντός ή εκτός του νερού. Κάποια θηλυκά θα ακουμπούν την επιφάνεια του νερού για να γεννήσουν ενώ άλλα θα βυθίσουν το σώμα τους κάτω από το νερό και θα παραμείνουν έτσι μέχρι να ολοκληρωθεί η διαδικασία (Εικ. 36). Στην περίπτωση της ενδοφυτικής ωοτοκίας κάποια έντομα μπορεί να επιλέξουν να βυθιστούν τελείως κάτω από το νερό καθώς μάλιστα είναι ακόμη ενωμένα. Τα έντομα εκείνα που ανήκουν σε είδη με

εμφανή ωθέτη θα βυθίσουν μόνο το κάτω μέρος της κοιλίας τους στο νερό, συχνά ενώ παράλληλα ίπτανται πάνω του. Το αρσενικό συνήθως είναι ακόμη ενωμένο με το θηλυκό στη διάρκεια αυτής της εναπόθεσης (Corbet, 2002).



Εικόνα 35: *Xanthocnemis zealandica* σε ωοτοκία (Πηγή: <http://tolweb.org>)



Εικόνα 36: Το θηλυκό *Argia oenea* βυθισμένο τελείως κάτω από την επιφάνεια του νερού.
(Abbott, 2005)

5.1.4. ΓΕΝΕΕΣ ΑΝΑ ΈΤΟΣ

Τα Οδοντόγναθα μπορούν να εμφανίσουν δύο γενεές ανά έτος, με χαρακτηριστικό παράδειγμα τροπικά είδη, τα οποία μπορούν να αναπτυχτούν σε 60 μόνο μέρες. Σε πιο ψυχρά κλίματα τα είδη έχουν την τάση να εμφανίζουν μία μόνο γενιά ανά έτος. Αν και αποτελεί εξαίρεση στο γενικό κανόνα, έχει καταγραφεί ότι έντομα που ζουν πλησίον του αρκτικού κύκλου χρειάζονται ακόμη και 6 χρόνια για να αναπτύξουν την πρώτη γενιά τους (Dijkstra, 2006).

5.2. ΒΙΟΓΕΩΓΡΑΦΙΑ

Τα περιβάλλοντα που επιλέγουν τα Οδοντόγναθα σχετίζονται άμεσα τόσο με το στάδιο της ζωής τους στο οποίο βρίσκονται όσο και με το Είδος στο οποίο ανήκουν. Ως γενική παρατήρηση θα μπορούσε κανείς να πει ότι Οδοντόγναθα μπορεί εν δυνάμει να συναντήσει κανείς παντού, κυρίως γύρω από υγρά περιβάλλοντα με γλυκό νερό, με εξαίρεση τα αρκτικά κλίματα όπου υπάρχουν πάγοι.

5.2.1. ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑ ΚΑΙ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗ

Το είδος του περιβάλλοντος στο οποίο αναπτύσσονται τα Οδοντόγναθα αφορά τόσο το νερό όσο και την ξηρά. Όπως έχει ήδη προαναφερθεί, η έναρξη της ζωής του εντόμου, με τη μορφή του αυγού, μπορεί να πραγματοποιηθεί σε οποιοδήποτε από τα δύο περιβάλλοντα. Αυτό διαφοροποιείται στο στάδιο της νύμφης, η οποία είναι πλήρως υδρόβια, και αλλάζει πάλι κατά το στάδιο του ακμαίου εντόμου με την έναρξη της πρώτης πτήσης. Ακόμη και τότε, ωστόσο, το υγρό περιβάλλον συνεχίζει να αποτελεί βασικό σημείο αναφοράς στην υπόλοιπη ζωή του.

Ως εκ τούτου το κύριο περιβάλλον των Οδοντόγναθων αφορά τρεχούμενα ή στάσιμα νερά, ποτάμια, κανάλια, λίμνες, βάλτους, νερόλακκους, λασπώδεις εκτάσεις και βλάστηση γύρω από όχθες και, ειδικά για τη συντριπτική πλειοψηφία των προνυμφών, τον βυθό υγρών περιβαλλόντων. Για τις υπόλοιπες νύμφες που ανήκουν στις εξαιρέσεις, το υγρό στοιχείο μπορεί να εγκαταλειφθεί προσωρινά κατά τη διάρκεια της νύχτας, και το έντομο να περιπλανηθεί στην ξηρά για κάποιες μόνο ώρες. Σε κάποιες περιπτώσεις, όπως αυτή του είδους *Podopteryx selysi*, λίγο νερό παγιδευμένο σε κοιλάματα κορμών είναι αρκετά υγρό

περιβάλλον ώστε να κατοικηθεί. Ακόμη λιγότερες από τις εξαιρέσεις στις νύμφες μπορεί να είναι πλήρως προσαρμοσμένες στην ξηρά, όπως αυτές που ανήκουν σε είδη που διαβιούν σε τροπικά δάση και βρίσκουν καταφύγιο σε στοίβες φύλλων σε αποσύνθεση. Χαρακτηριστική περίπτωση Οδοντόγναθων με αυτή την περιβαλλοντική προτίμηση είναι το αυστραλιανό Είδος *Antipodophlebia asthenes*. Σε κάθε περίπτωση, ελάχιστα είδη είναι ανεκτικά στην αλμυρότητα και για το λόγο αυτό τα υγρά περιβάλλοντα που επιλέγουν αφορούν το στοιχείο του γλυκού νερού.

Το κλίμα, όπως έχει ήδη προαναφερθεί, επηρεάζει καθοριστικά τα στάδια ανάπτυξης του εντόμου και, ως εκ τούτου, παίζει σημαντικό ρόλο στη ζωή των Οδοντόγναθων. Στα ψυχρά κλίματα, τα έντομα επιλέγουν περιοχές όπου μπορούν να βρουν καταφύγιο από τον παγετό ή περιοχές με ηπιότερο μικροκλίμα. Στα θερμά κλίματα τα έντομα πέφτουν σε ένα είδος διαπαύσεως, όπου ο ρυθμός του μεταβολισμού τους χαμηλώνει δραστικά και αυτό τα βοηθά να επιβιώσουν στις πολύ ξηρές περιόδους του περιβάλλοντός τους. Κάποια Οδοντόγναθα ίσως επιλέξουν να αποδημήσουν, πραγματοποιώντας ακόμη και υπερατλαντικά ταξίδια ενώ κάποια άλλα δε θα επιχειρήσουν καν να απομακρυνθούν από το περιβάλλον που μεγάλωσαν ως προνύμφες. Έχει ίσως ιδιαίτερο ενδιαφέρον το γεγονός ότι το φύλο είναι μια μεταβλητή που επηρεάζει την κινητικότητα και την ακτίνα μετανάστευσης στα Οδοντόγναθα. Τα αρσενικά τείνουν περισσότερο να μένουν κοντά σε περιβάλλοντα που μπορούν εν δυνάμει να αποτελέσουν τόπους αναπαραγωγής και επενδύουν στην περιφρούρησή τους περιμένοντας τα θηλυκά. Αντίθετα, τα θηλυκά περνούν περισσότερο χρόνο περιπλανώμενα, συχνά όχι κοντά στο νερό, κάποια επιστρέφουν μόνο για αναπαραγωγή και μόνο μια μερίδα από αυτά θα επιλέξουν εν τέλει να συναθροιστούν με τα αρσενικά. Για παράδειγμα, στο Είδος *Somatochlira hineana* τα αρσενικά άτομα επιλέγουν αποκλειστικά υγρούς βιοτόπους ενώ τα θηλυκά επιλέγουν ξηρά λιβάδια ή τα σύνορα περιοχών πλησίον των τόπων αναπαραγωγής προκειμένου να αποφύγουν την παρενόχληση από τα αρσενικά. Η μετακίνηση είναι ιδιαίτερα σημαντική για τα θηλυκά, καθώς η ακούσια σύζευξη συνεπάγεται τελικά μείωση του χρόνου που αφιερώνει το θηλυκό στην αναζήτηση τροφής. Τέλος, η ύπαρξη βλάστησης είναι ένας επίσης σημαντικός περιβαλλοντικός παράγοντας για τα Οδοντόγναθα, τα οποία έχουν τη δυνατότητα να προσαρμόζονται χρωματικά σε αυτή μέσω των διαδοχικών εκδύσεων.

5.2.2. ΓΕΩΓΡΑΦΙΑ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ

Τα Οδοντόγναθα απαντώνται σε όλες τις ηπείρους εκτός από την Ανταρκτική. Κυρίως, συγκεντρώνονται σε περιοχές με θερμό ή τροπικό κλίμα που ευνοεί την ανάπτυξή τους. Η Ελλάδα έχει χαρακτηριστεί από φυσιδίφες και επιστήμονες ως ένα από τα πιο πλούσια και ενδιαφέροντα σε ποικιλομορφία Οδοντόγναθων μέρη στον κόσμο. Στη λίμνη Κερκίνη για παράδειγμα έχουν παρατηρηθεί πάνω από 60 είδη και μάλιστα εκτιμάται ότι μόνο τα μισά είναι καταγεγραμμένα για την ώρα.

Ωστόσο, σύμφωνα με κάποιους επιστήμονες, η κατανομή των πληθυσμών του εντόμου επηρεάζεται ιδιαίτερα από την κλιματική αλλαγή και την ανθρώπινη παρέμβαση και αυτό κατ' επέκταση εισάγει τη μελέτη των Οδοντόγναθων στην ευρύτερη συζήτηση για τη σχέση βιοποικιλότητας και κλιματικής αλλαγής. Όπως παρατηρούν οι Hassall & Thompson (2008), υπάρχει μια γενικότερη κατεστημένη αντίληψη στη σύγχρονη επιστημονική κοινότητα πως, έχοντας επιβιώσει και προσαρμοστεί μέσα από ποικίλες κλιματικές αλλαγές από την Πέρμια μέχρι σήμερα, τα Οδοντόγναθα δεν έχουν πρόβλημα προσαρμογής και οι όποιες αλλαγές στον καιρό και στο κλίμα δεν τα επηρεάζουν δραστικά (Balmford, 1996). Οι συγγραφείς παρατηρούν ότι πολλοί επιστήμονες απροβλημάτιστα θεωρούν πως τα Οδοντόγναθα είναι αρκετά ανθεκτικά ώστε να μην επηρεάζονται από την κλιματική αλλαγή. Όπως επίσης παρατηρούν, ελέγχοντας προσεκτικά κάποιες παραμέτρους, όπως αυτή της γεωγραφικής κατανομής ειδικότερα, γίνεται κατανοητό ότι τέτοιες αντιλήψεις ίσως και να μην επιβεβαιώνονται από την παρατήρηση (Klaas, 2006).

Πιο ειδικά, συγκρίνοντας τις κλιματικές αλλαγές άλλοτε και τώρα γίνεται αντιληπτό ότι ο σύγχρονος ρυθμός μεταβολής του κλίματος είναι πολύ μεγαλύτερος και όχι μια διαδικασία χιλιάδων ετών στην οποία τελικά τα αρχαία έντομα κατάφεραν επιτυχώς να προσαρμοστούν. Η σύγχρονη κλιματική αλλαγή, με τους γρήγορους ρυθμούς της, είναι μια νέα πρόκληση για όλα τα είδη. Σε αυτή τη διαδικασία, τέτοια ξαφνική και κρίσιμη αλλαγή στη θερμοκρασία του περιβάλλοντος των Οδοντόγναθων έχει ως αποτέλεσμα μια έντονη πίεση στην επιλογή νέου περιβάλλοντος και την ανάγκη να προσαρμοστούν εκ νέου σε ένα καινούργιο, γεγονός που φυσικά οδηγεί στην εξαφάνιση των πληθυσμών από ορισμένες γεωγραφικές εκτάσεις, στην εμφάνισή τους σε νέες ή και στην ολική απώλεια ορισμένων ειδών λόγω αδυναμίας να ανταπεξέλθουν. Επιπλέον, η κλιματική αλλαγή δε σχετίζεται μόνο με τη θερμοκρασία αλλά και με τον καιρό γενικότερα και σε σχέση με τη φωτοπερίοδο, μεταβλητές οι οποίες, όπως έχει ήδη προαναφερθεί, επηρεάζουν τον κύκλο ζωής στα

Οδοντόγναθα. Η διατάραξη της σχέσης καιρού-γεωγραφικού πλάτους που επιτελείται στα πλαίσια της κλιματικής αλλαγής, επηρεάζει επαγωγικά τους πληθυσμούς στις περιοχές αυτές και κατ' επέκταση και τις μετακινήσεις τους. Δυστυχώς δεν υπάρχουν πολλά καταγεγραμμένα ιστορικά αρχεία για τα Οδοντόγναθα, ώστε να αποδειχτεί καθολικά η ιδιαιτερότητα των μετακινήσεων πληθυσμών σε σχέση με το παρελθόν. Ωστόσο, στις περιπτώσεις που υφίστανται ιστορικές καταγραφές, έχουν παρατηρηθεί δραστικές μεταβολές στις μετακινήσεις πληθυσμών σε σχέση με το παρελθόν. Στους Hassal και Thompson (2008) καταγράφεται μια τάση για σταδιακή μετακίνηση των πληθυσμών προς τους πόλους της τάξης των 2,1 χιλιομέτρων ανά έτος που κινείται αυξητικά την περίοδο των τελευταίων δεκαετιών. Αυτό, κατά τους Hassal και Thompson, αλλά και άλλους ερευνητές (Conrad, 1999) συμπίπτει οριακά με το υψηλότερο όριο διασποράς που μπορούν να διαχειριστούν τα Ζυγόπτερα και του προβλεπόμενου ρυθμού εξάπλωσης βάσει των μοντέλων θερμοκρασίας. Στη μελέτη παρατήρησης της Σουηδίας ο ανώτερος αυτός ρυθμός εξάπλωσης των ειδών έχει ήδη ξεπεραστεί (Flenner & Sahlén, 2008). Αν ακόμη υποθέσουμε ότι η προσαρμοστικότητα θα βοηθήσει τα Οδοντόγναθα να ανταπεξέλθουν στις κλιματικές αλλαγές, ανταποκρινόμενα με μετακινήσεις πληθυσμών, αυτό είναι δεν είναι δεδομένο. Οι εκτάσεις που ήταν υδάτινες στο παρελθόν, αλλάζουν καθώς αλλάζει η γεωγραφική κατανομή του στάσιμου νερού και το σώμα του τρεχούμενου νερού μετατοπίζεται διαρκώς (Xenopoulos & Lodge, 2006 και Dawson et al. 2003). Η λειτουργία των Οδοντόγναθων, ως οικολογικοί δείκτες, θα αναλυθεί εκτενέστερα στο επόμενο υποκεφάλαιο.

5.3. ΤΡΟΦΗ

Τόσο οι νύμφες όσο και τα νεαρά και ακμαία Οδοντόγναθα είναι ικανότατα αρπακτικά-κυνηγοί και οι εξαιρετικές τους ικανότητες όρασης και ευκινησίας μετατρέπουν σε λεία οτιδήποτε κινείται και δεν ξεπερνά ιδιαίτερα το δικό τους μέγεθος: έντομα, μικρά ψάρια και ερπετά, αλλά και άτομα του ίδιου τους του είδους. (Εικ. 37) (Soluk, 1993, Nummelin, 2007)



Εικόνα 37 Μια νύμφη επιτίθεται και καταβροχθίζει ένα μικρό ψάρι. (Abbott, 2005)

Από τη πρώτη στιγμή μετά την εκκόλαψη, το υδάτινο περιβάλλον τους επιτρέπει να διαλέξουν την τροφή τους από μια πληθώρα άλλων υδρόβιων οργανισμών που ζουν στο νερό. Οι νύμφες των εφημερόπτερον είναι μια συνήθης διατροφική επιλογή, όπως επίσης τα μικρά μαλακόστρακα, τα μαλάκια, οι γυρίνοι και οι δακτυλιοσκώληκες. Οι νύμφες της πρώτης ηλικίας αρχικά τρέφονται με μικρούς οργανισμούς που ζουν στο νερό, μικρά μαλάκια και πρωτόζωα. Στις τελευταίες ηλικίες, η νύμφη τρέφεται πλέον με μεγαλύτερους οργανισμούς, όπως προνύμφες κουνουπιών και άλλων εντόμων που περνούν τα πρώτα τους στάδια στο νερό, υδρόβια σκαθάρια, γυρίνους ή ακόμη και μικρά ψάρια. Όπως έχει προαναφερθεί,

κάποιες νύμφες μπορεί να αναζητήσουν το θήραμα τους και εκτός του υγρού περιβάλλοντος και μπορούν να κυνηγήσουν και στην ξηρά, όπως εικάζεται ότι έκαναν οι αρχαίοι πρόγονοί τους τις εποχές που τα αρπακτικά της ξηράς διέθεταν λιγότερη ευκινησία και δεν αποτελούσαν σοβαρό κίνδυνο για αυτά (Soluk,1993, Nummelin, 2007).

Η τακτική που χρησιμοποιούν οι νύμφες ποικίλλει, αν και τις περισσότερες φορές επιλέγουν την ακινησία ή την κάλυψη στον λασπώδη βυθό, περιμένοντας τη θήρα να προσεγγίσει σε ακτίνα ικανή τη συλλάβουν με το ξεδίπλωμα της μάσκας και την εκτόξευση των χελικών προσακτρίδων οι οποίες μαζί με το κάτω χείλος έχουν τροποποιηθεί σε μάσκα. Το θήραμα μπορεί επίσης να ακολουθείται και η επίθεση να γίνει όταν θα έχει προσεγγιστεί αρκετά. Η τακτική των ακμαίων είναι να πιάνουν την τροφή τους στον αέρα ή να πετούν γύρω της συνεχώς με σκοπό να την αποπροσανατολίσουν. Σε κάποιες περιπτώσεις επιλέγουν ένα σημείο πέρασμα, με μεγάλη κινητικότητα εντόμων, και καρτερούν μέχρι την καταλληλότερη στιγμή επίθεσης στα διερχόμενα έντομα (Εικ. 38). Η ποικιλία των τακτικών βασίζεται στο είδος που ανήκει το κάθε έντομο (Abbott, 2005).



Εικόνα 38: Η απόπειρα του *Anax junius* (στα αριστερά) τραφεί από το *Orthemis ferruginea* οδήγησε και εκείνο στο θάνατο. (Abbott, 2005)

5.4. ΕΧΘΡΟΙ

Ως αρπακτικά που ξεπερνούν σε μέγεθος το μέσο έντομο, τα Οδοντόγναθα δεν διαθέτουν ιδιαίτερους εχθρούς εντός του οικοσυστήματός τους, με εξαίρεση βέβαια τα ίδια

που συχνά τρέφονται με άτομα του είδους τους. Οι φυσικοί τους εχθροί αφορούν το ζωικό βασίλειο και κατά κύριο λόγο τον άνθρωπο και τις δραστηριότητές του που επιβαρύνουν με μόλυνση ή αφανίζουν το φυσικό τους περιβάλλον (Bartosik, 2010).

5.4.1. ΦΥΣΙΚΟΙ ΕΧΘΡΟΙ

Στο στάδιο του αυγού, τα Οδοντόγναθα μπορεί να αποτελέσουν τροφή για παρασιτικούς οργανισμούς όπως νηματώδεις και σφήκες, αλλά και βατράχους, που συχνά αναζητούν περιοχές με εναποθέσεις αυγών για να τραφούν. Η απειλή, άλλωστε, από παράσιτα όπως ταινίες και ακάρεα υφίσταται καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής τους. Οι νύμφες αποτελούν τροφή για αρκετούς υδρόβιους οργανισμούς, όπως τα ψάρια, οι βάτραχοι και οι καραβίδες των ποταμών. Ειδικά στη φάση της ανάπτυξης, όπου η νύμφη αναδύεται από το νερό και στηρίζεται στη βλάστηση προκειμένου να μεταμορφωθεί σε ενήλικο, το έντομο είναι ιδιαίτερα ευάλωτο, ειδικά σε επιθέσεις πουλιών, αμφίβιων, αραχνών και ερπετών. Οι πάπιες είναι ένας ακόμα φυσικός εχθρός για τις προνύμφες, καθώς έχουν τη δυνατότητα να βυθίζονται προσεγγίζοντας τον βυθό και να κυνηγούν τόσο εντός όσο και εκτός του νερού. Στο στάδιο του ακμαίου το έντομο συνεχίζει να έχει αρκετούς εχθρούς, καταφέρνει, ωστόσο, να αποφύγει εύκολα τα πουλιά, εκτός από εκείνα που ειδικεύονται στην αναζήτηση εντόμων, όπως οι μελισσοφάγοι και τα γεράκια, τα οποία είναι άριστα αρπακτικά. Ο δεινόμοσχος, η τσίχλα, ο ερωδιός και το κοτσύφι είναι ανάμεσα στα συνηθέστερα είδη πουλιών που τρέφονται με τα Οδοντόγναθα. (Εικ. 39) (Bartosik, 2010)



Εικόνα 39: Είδη πουλιών θηρευτών (Mark Bartosik)

5.4.2. ΑΝΘΡΩΠΟΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΗ ΤΩΝ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Ο άνθρωπος έχει σε πολλές περιπτώσεις συμπεριλάβει στη διαίτά του τα Οδοντόγναθα ως πηγή τροφής, ειδικά σε περιπτώσεις όπου οι μεταβαλλόμενες οικονομικές συνθήκες επιβάλλουν την αναζήτηση εναλλακτικών διατροφικών συνηθειών. Ωστόσο, η απειλή για τους πληθυσμούς των Οδοντόγναθων δεν έρχεται από τις διατροφικές συνήθειες των ανθρώπων, αλλά από τις παρεμβατικές τους δραστηριότητες που επιβαρύνουν το φυσικό τους περιβάλλον. Η απειλή αυτή μπορεί να είναι άμεση, μέσω της καταστροφής του φυσικού τους περιβάλλοντος, όπως η μόλυνση του νερού, που μπορεί να τα αποδεκατίσει σε λίγες μόνο βδομάδες, ή έμμεση, μέσω των συνεπειών της μόλυνσης και της παρεμβατικότητας στην τροφική αλυσίδα του οικοσυστήματός τους, με συνέπεια την εξάλειψη της τροφής τους και κατ' επέκταση και την δική τους.

Το γεγονός ότι τα Οδοντόγναθα είναι αρκετά μακρόβια ως Είδος σε συνδυασμό με το συγκριτικά χαμηλό μέγεθος πληθυσμού, τα καθιστά ιδιαίτερα ευαίσθητα ακόμη και στις πιο

μικρές περιβαλλοντικές αλλαγές. Πολλοί είναι οι φορείς που έχουν επισημάνει πως ακόμη και η χάραξη ενός δρόμου δίπλα στις περιοχές τους μπορεί να έχει καθοριστικές συνέπειες για την εξέλιξη του πληθυσμού των εντόμων εντός του οικοσυστήματός τους¹. Όπως επισημάνουν οι M. Ferreras-Romero, J. Marquez Rodriguez και A. Ruiz-García, η ρύπανση του νερού, όπως με ατυχήματα εργοστασίων, τοξικά λύματα, έλλειψη φίλτρων και ελέγχου των απορριμμάτων, μπορεί εξίσου να αποτελεί μια μεγάλη απειλή για την επιβίωση των Οδοντόγναθων, τα οποία, αν και αρκετά προσαρμοστικά σε αλλαγές που συντελούνται σε πάροδο χρόνων, δε μπορούν να ανταπεξέλθουν σε ακαριαίες και ακραίες μεταβολές εντός των οικοσυστημάτων τους (Ferreras-Romeroa. 2009).

Η μόλυνση των οικοσυστημάτων δεν έχει μόνο άμεσες συνέπειες που μπορεί να αποδεκατίσουν τον πληθυσμό προσωρινά έως ότου επανέλθει. Τέτοιες περιπτώσεις επιστροφής στους πρότερους αριθμούς έχουν μεν καταγραφεί αλλά αυτή δεν είναι πάντα ολόκληρη η πραγματικότητα του φαινομένου. Μια ενδεχόμενη μόλυνση ενός βιοτόπου μπορεί να έχει και έμμεσες συνέπειες, ακόμη και μετά την επαναφορά του πληθυσμού. Αυτό συμβαίνει γιατί οι οργανισμοί στους οποίους στηρίζονται διατροφικά τα Οδοντόγναθα δεν έχουν όλοι την ίδια ικανότητα προσαρμοστικότητας. Για παράδειγμα, η μόλυνση ενός ποταμού με λύματα μπορεί να μην επηρεάσει αρχικά τα Οδοντόγναθα ή να τα επηρεάσει προσωρινά, μπορεί, ωστόσο, να εξοντώσει πολλούς υδρόβιους οργανισμούς που αποτελούν τη βάση της τροφής των προνυμφών. Η εξόντωση του οργανισμών αυτών έχει διπλές συνέπειες για τα Οδοντόγναθα. Αρχικά, η εξάλειψη τροφής μπορεί να οδηγήσει είτε σε αποδεκατισμό λόγω της έλλειψης, είτε σε αναζήτηση τροφής εντός του ίδιου του είδους, με επιθέσεις εντόμων στα υπόλοιπα άτομα, γεγονός που θα επηρεάσει καθοριστικά τους αριθμούς του πληθυσμού. Δευτερευόντως, η εξόντωση των άλλων οργανισμών του ποταμιού, που μπορεί να είναι άλλα έντομα και ψάρια, σημαίνει ότι τα Οδοντόγναθα αυτόματα παίρνουν τη θέση του βασικού θηρευτή χωρίς ανταγωνισμό, σηματοδοτώντας μια διαταραχή της τροφικής αλυσίδας. Αυτό με τη σειρά του μπορεί να έχει συνέπειες στους πληθυσμούς που αποτελούν τη λεία του και κατ' επέκταση στους πληθυσμούς των ίδιων των Οδοντόγναθων (Ferreras-Romeroa. 2009).

Οι συνέπειες στους πληθυσμούς από την ανθρώπινη παρέμβαση μπορούν να

¹ Για παράδειγμα, το τμήμα Βιολογίας του Πανεπιστημίου της Νότια Ντακότα και το τμήμα Οικολογίας του Πανεπιστημίου της Αιόβα προχώρησαν σε από κοινού δράσεις για τη μελέτη και την επιτήρηση των πληθυσμών του εντόμου και των μεταβολών σε αυτούς λόγω των έργων υποδομής κοντά σε βιοτόπους. Όπως ανέδειξαν οι θάνατοι έφταναν τα 35 άτομα ανά χιλιόμετρο την ημέρα. (wiki/dragonfly)

οδηγήσουν σε μαζική εξάλειψη ειδών όταν συνδυάζονται με γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά κάποιων περιοχών, όπως η περίπτωση των νησιών, με χαρακτηριστικό παράδειγμα το Ηνωμένο Βασίλειο και την Ιρλανδία. Σε αυτές τις περιπτώσεις, η αποίκιση περιοχών με είδη που μειώνονται ή εξαφανίζονται δε μπορεί να γίνει φυσικά, παρά μόνο με τεχνητά μέσα. Η επιβάρυνση των οικοσυστημάτων και η απροβλημάτιστη ανθρώπινη παρέμβαση είναι ίσως ο ικανότερος και αποτελεσματικότερος εχθρός των Οδοντόγναθων (Ferrerias-Romeroa, 2009, Hassall και Thompson, 2008, Hammond, 1997).

5.5. ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΚΑΙ ΩΦΕΛΙΜΟΤΗΤΑ ΣΤΟΝ ΑΝΘΡΩΠΟ

Η συνεισφορά των Οδοντόγναθων είναι πολυεπίπεδη. Το βασικότερο, ίσως, αφορά τον καθοριστικό τους ρόλο στη διατήρηση της οικολογικής ισορροπίας των οικοσυστημάτων. Επίσης, τα Οδοντόγναθα έχουν χρησιμοποιηθεί στο παρελθόν από τον άνθρωπο για την καταπολέμηση εντόμων και ασθενειών που αυτά προκαλούν, ενώ παράλληλα υπάρχει και σχετική βιβλιογραφία για τις θεραπευτικές ιδιότητες των ίδιων των εντόμων. Μια ακόμη πολύ σημαντική χρήση του εντόμου από τον άνθρωπο είναι η παρατήρηση του ρόλου του ως δείκτη οικολογικής ισορροπίας και οι πληροφορίες που μπορούμε να αξιοποιήσουμε από αυτό (Silva, 2010).

5.5.1. ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΑΛΥΣΙΔΑ ΚΑΙ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ

Έχει γενικά παρατηρηθεί ότι το έντομο όχι απλώς δεν επιφέρει κανενός είδους οικονομική ζημία στις ανθρώπινες δραστηριότητες αλλά μάλιστα τρέφεται με έντομα που είναι βλαπτικά για τον άνθρωπο και τις καλλιέργειές του. Καθώς τα Οδοντόγναθα είναι αρπακτικά έντομα, δεν επηρεάζουν τη βλάστηση στην οποία διαβιούν αλλά βοηθούν στην διατήρηση της οικολογικής ισορροπίας. Αντίθετα, όποτε έχει στο παρελθόν παρατηρηθεί αρνητική μεταβολή στους πληθυσμούς του εντόμου, αυτό είχε ως συνέπεια την αύξηση του πληθυσμού άλλων εντόμων, επιζήμιων για το οικοσύστημα όταν αυξάνονται με μεγαλύτερο ρυθμό από αυτόν που μπορεί να απορροφηθεί. Μια πιθανή τέτοια μεταβολή μπορεί επαγωγικά να γίνει άμεσα επιζήμια και για τους ανθρώπους (Silva, 2010).

Για παράδειγμα, όπως έχει προαναφερθεί, τα Οδοντόγναθα τρέφονται με μεγάλους αριθμούς κουνουπιών, μαύρης μύγας, σκνιπών και άλλων ιπτάμενων εντόμων κάθε μέρα. Η

διατροφική τους αυτή συνήθεια έχει βοηθήσει στην καταπολέμηση πληθυσμών τέτοιων εντόμων που, σε κάποιες περιπτώσεις, απείλησαν την ανθρώπινη ζωή, όπως στην περίπτωση του Κίτρινου Πυρετού που μεταδίδεται από τα κουνούπια (Πηγή: www.britannica.com/EBchecked/topic/425215/Odonata). Στη συγκεκριμένη περίπτωση, το πρόβλημα αντιμετωπίστηκε με την απελευθέρωση προνυμφών στο νερό γύρω από περιοχές που είχαν πληγεί από την επιδημία. Ο δάγκειος πυρετός στην Μυανμάρ και πολλές περιπτώσεις ελονοσίας αντιμετωπίστηκαν μέσω της αύξησης του πληθυσμού των Οδοντόγναθων στην περιοχή (Silva, 2010).

Η φροντίδα για την ισορροπία των πληθυσμών των Οδοντόγναθων είναι ένα σημαντικό σημείο στην ευαισθητοποίηση γύρω από την προστασία των οικοσυστημάτων συνολικά. Αυτό γίνεται ιδιαίτερα κατανοητό όταν ειδωθεί μέσα από ποικίλες οπτικές. Για παράδειγμα, μια τεχνητή αύξηση των Οδοντόγναθων θα μπορούσε να δημιουργήσει προβλήματα στους πληθυσμούς των μελισσών της περιοχής και να πλήξει την ισορροπία και, παράλληλα, τη δραστηριότητα των παραγωγών μελιού. Η ανθρώπινη παρέμβαση οφείλει να λαμβάνει υπόψη την εύθραυστη ισορροπία των οικοσυστημάτων και τις οικολογικές και οικονομικές της συνέπειες (Silva, 2010).

5.5.2. ΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΠΗΓΗ ΤΡΟΦΗΣ

Αν και είναι συχνά δύσκολο να ξεχωρίσει κανείς τα όρια μεταξύ λαογραφίας, μύθου και πραγματικότητας, υπάρχουν ωστόσο καταγραφές για τη χρήση του ίδιου του εντόμου ως θεραπευτικό μέσο, ειδικότερα σε περιοχές όπως η Κίνα και η Ιαπωνία. Πέρα από τη χρήση τους ως αποτρεπτικό μέσο μετάδοσης ασθενειών, τα Οδοντόγναθα επεξεργάζονται και χρησιμοποιούνται, ελλείψει άλλων μέσων, σε ορισμένες κοινότητες ως αντιπυρετικό. Ιδιαίτερη αναφορά στη χρήση του εντόμου ως τέτοιο θεραπευτικό μέσο γίνεται στην περίπτωση του είδους *Sympetrum frequens* που αναγνωρίζεται πλέον ως έχον αντιπυρετικές και αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες (Πηγές: www.derbyshire-dragonflies.org.uk/facts, www.discoverlife.org/Odonata).

Σε ορισμένες περιοχές, τα Οδοντόγναθα αποτελούν μέρος της διατροφής των ανθρώπων. Σε κάποιες άλλες τα έντομα έχουν προστεθεί σε αυτή μεταγενέστερα λόγω οικονομικής δυσχέρειας: δεδομένης της αδυναμίας πρόσβασης σε παραδοσιακές πηγές

διατροφής, δρομολογούνται αναγκαστικά εναλλακτικές πηγές διατροφής. Τα έντομα είναι βρώσιμα για περιοχές της Ινδονησίας, της Αφρικής και της Νοτίου Αμερικής. Όπως παρατηρεί η εντομολόγος Chris N. Goforth για την περιοχή στην οποία η ίδια δούλευε, στο Μπαλί της Ινδονησίας το κοτόπουλο έχει εδώ και καιρό αντικατασταθεί με Οδοντόγναθα (Πηγή: www.thedragonflywoman.com/eating-dragonflies).

5.5.3. ΤΑ ΟΔΟΝΤΟΓΝΑΘΑ ΩΣ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΟΣ ΔΕΙΚΤΗΣ

Καθώς τα Οδοντόγναθα διακρίνονται για τη στενή σχέση τους και την εξάρτηση από το υγρό στοιχείο, αφού διαβιούν σε ευαίσθητα οικολογικά περιβάλλοντα όπως οι λίμνες και τα ποτάμια, συχνά χρησιμοποιούνται ως δείκτες ποιότητας του οικοσυστήματος. Έχει γενικά παρατηρηθεί πως η περιβαλλοντική υποβάθμιση του οικοσυστήματος των Οδοντόγναθων αντικατοπτρίζεται στη μεταβολή του πληθυσμού τους και του βιολογικού τους κύκλου. Ως εκ τούτου, η μελέτη αυτών των μεταβολών προσφέρει παράλληλα πληροφορίες για την ποιότητα του οικοσυστήματος όπου πραγματοποιείται η εκάστοτε μελέτη (Ward, 1992, Ferreras-Romero et al., 1992).

Ωστόσο, έχει εκδηλωθεί ένας αντίλογος από πλευράς ορισμένων ερευνητών που διατηρούν επιφυλάξεις στην υιοθέτηση αυτής της αντίληψης που συνιστά ένα ακόμη ‘debate’ με αφορμή τα Οδοντόγναθα. Ορισμένες έρευνες δείχνουν, για παράδειγμα, ότι ειδικά στα μη στάσιμα νερά, το έντομο είναι σχετικά ανεκτικό στην μόλυνση από ανθρώπινη παρέμβαση και επανέρχεται σχετικά σύντομα στους αρχικούς του ρυθμούς και τα πληθυσμιακά μεγέθη. Ως εκ τούτου, όπως παρατηρεί, για παράδειγμα ο J. V. Ward (1992), τα Οδοντόγναθα δεν μπορούν να νοηθούν ως αντιπροσωπευτικοί δείκτες οικολογικής ισορροπίας. Παράλληλα, ωστόσο, πολλές είναι οι έρευνες εκείνες οι οποίες δείχνουν ότι η μόλυνση των υδάτων σε μη στάσιμα νερά χαμηλότερου υψόμετρου, όπως ποταμοί που διασχίζουν πεδινές εκτάσεις, καθώς και σε στάσιμα νερά επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό τα Οδοντόγναθα και τους πληθυσμούς τους. Σε ένα άρθρο με τίτλο «Implications of Anthropogenic Disturbance Factors on the Odonata Assemblage in a Mediterranean Fluvial System» που εξετάζει ειδικότερα οικοσυστήματα της Ιβηρικής χερσονήσου, καθίσταται αντιληπτό ότι υπάρχει τεράστια αλληλεξάρτηση. Στη σύγχρονη οικολογική έρευνα πληθαίνουν διαρκώς οι φωνές που αναδεικνύουν τα Οδοντόγναθα ως αξιόπιστους οικολογικούς δείκτες που εξυπηρετούν στην

οικολογική αφύπνιση, τη συλλογή στοιχείων και την ανάγκη περαιτέρω έρευνας και ανάδειξης των προβλημάτων που συνεπάγεται η ανθρώπινη παρέμβαση στα οικοσυστήματα (Ward, 1992, Ferreras-Romero et al, 1992, Nummelin, 2007, Silva,).

6. ΟΔΟΝΤΟΓΝΑΘΑ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

6.1. ΓΕΝΙΚΑ

Έρευνα για τα Οδοντόγναθα της Ελλάδας πραγματοποιήθηκε από τον Cosmin Mancι το 2010. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια της διδακτορικής διατριβής του C. Mancι υπό την αιγίδα του Parcul Național Retezat της Ρουμανίας. Αφορούσε κυρίως πληθυσμούς της Πελοποννήσου, άλλα και ολόκληρης της Ελλάδας. Η καταγραφή των ειδών έγινε τόσο από την υπάρχουσα βιβλιογραφία σχετικά με αναφορές ειδών από διάφορους εκπαιδευτικούς και ερευνητικούς οργανισμούς της Ελλάδας άλλα και από είδη που βρίσκονταν σε ιδιωτικές και δημόσιες συλλογές και είχαν συλλεχτεί στην Ελλάδα άλλα και από επί τόπου συλλήψεις και ταυτοποιήσεις ειδών από τους συνεργάτες του ερευνητή, Δρ Αναστάσιο Λεγάκι και Χρήστο Γεωργιάδη (Πηγή: http://greekdragonfly.nature4stock.com/?page_id=36).

Στη βάση δεδομένων, η οποία βρίσκεται ανηρτημένη στο διαδίκτυο στον Ιστότοπο http://greekdragonfly.nature4stock.com/?page_id=36 υπάρχουν όλες οι πληροφορίες για τα καταγεγραμμένα είδη της Ελλάδας και η τοποθέτηση τους σε ψηφιακούς χάρτες.

ΥΠΟΤΑΞΗ ZYGOPTERA

Οικογένεια Calopterygidae

- *Calopteryx splendens* (Harris, 1782)
- *Calopteryx virgo* (Linnaeus, 1758)

Οικογένεια Euphaeidae

- *Epallage fatime* (Charpentier, 1840)

Οικογένεια Lestidae

- *Lestes sponsa* (Hansemann, 1823)
- *Lestes dryas* Kirby, 1890

- *Lestes barbarus* (Fabricius, 1798)
- *Lestes virens* (Charpentier, 1825)
- *Lestes macrostigma* (Eversmann, 1836)
- *Lestes viridis* (Vander Linden, 1825)
- *Lestes parvidens* Artobolevsky, 1929
- *Sympecma fusca* (Vander Linden, 1820)

Οικογένεια Coenagrionidae

- *Ischnura elegans* (Vander Linden, 1820)
- *Ischnura pumilio* (Charpentier, 1825)
- *Enallagma cyathigerum* (Charpentier, 1840)
- *Coenagrion pulchellum* (Vander Linden, 1825)
- *Coenagrion puella* (Linnaeus, 1758)
- *Coenagrion intermedium* Lohmann, 1990
- *Coenagrion ornatum* (Selys, 1850)
- *Coenagrion scitulum* (Rambur, 1842)
- *Erythromma najas* (Hansemann, 1823)
- *Erythromma viridulum* (Charpentier, 1840)
- *Erythromma lindenii* (Selys, 1840)
- *Pyrrhosoma nymphula* (Sulzer, 1776)
- *Pyrrhosoma elisabethae* Schmidt, 1948
- *Ceriagrion tenellum* (de Villers, 1789)
- *Ceriagrion georgifreyi* Schmidt, 1953

Οικογένεια Platycnemididae

- *Platycnemis pennipes* (Pallas, 1771)

ΥΠΟΤΑΞΗ ANISOPTERA

Οικογένεια Aeshnidae

- *Aeshna mixta* Latreille, 1805
- *Aeshna affinis* Vander Linden, 1820

- *Aeshna isoceles* (Müller, 1767)
- *Anax imperator* Leach, 1815
- *Anax parthenope* (Selys, 1839)
- *Anax ephippiger* (Burmeister, 1839)
- *Anax immaculifrons* Rambur, 1842
- *Brachytron pratense* (Müller, 1764)
- *Boyeria cretensis* Peters, 1991
- *Caliaeschna microstigma* (Schneider, 1845)

Οικογένεια Gomphidae

- *Gomphus vulgatissimus* (Linnaeus, 1758)
- *Gomphus schneiderii* Selys, 1850
- *Gomphus flavipes* (Charpentier, 1825)
- *Ophiogomphus cecilia* (Fourcroy, 1785)
- *Onychogomphus forcipatus* (Linnaeus, 1758)
- *Lindenia tetraphylla* (Vander Linden, 1825)

Οικογένεια Cordulegastridae

- *Cordulegaster heros* Theischinger, 1979
- *Cordulegaster picta* Selys, 1854
- *Cordulegaster bidentata* Selys, 1843
- *Cordulegaster insignis* Schneider, 1845
- *Cordulegaster helladica* (Lohmann, 1993)

Οικογένεια Corduliidae

- *Cordulia aenea* (Linnaeus, 1758)
- *Somatochlora meridionalis* Nielsen, 1935
- *Somatochlora flavomaculata* (Vander Linden, 1825)
- *Somatochlora borisi* Marinov, 2001

Οικογένεια Libellulidae

- *Libellula quadrimaculata* Linnaeus, 1758
- *Libellula depressa* Linnaeus, 1758
- *Libellula fulva* Müller, 1764
- *Orthetrum cancellatum* (Linnaeus, 1758)
- *Orthetrum albistylum* (Selys, 1848)
- *Orthetrum coerulescens* (Fabricius, 1798)
- *Orthetrum brunneum* (Fonscolombe, 1837)
- *Orthetrum chrysostigma* (Burmeister, 1839)
- *Orthetrum taeniolatum* (Schneider, 1845)
- *Orthetrum sabina* (Drury, 1837)
- *Sympetrum pedemontanum* (Allioni, 1766)
- *Sympetrum sanguineum* (Müller, 1764)
- *Sympetrum depressiusculum* (Selys, 1841)
- *Sympetrum flaveolum* (Linnaeus, 1758)
- *Sympetrum fonscolombii* (Selys, 1840)
- *Sympetrum striolatum* (Charpentier, 1840)
- *Sympetrum vulgatum* (Linnaeus, 1758)
- *Sympetrum meridionale* (Selys, 1841)
- *Crocothemis erythraea* (Brullé, 1832)
- *Trithemis annulata* (Palisot de Beauvois, 1807)
- *Trithemis festiva* (Rambur, 1842)
- *Diplacodes lefebvrii* (Rambur, 1842)
- *Selysiothemis nigra* (Vander Linden, 1825)
- *Pantala flavescens* (Fabricius, 1798)



Εικόνα 40: *Aeshna mixta* (Πηγή: <http://www.british-dragonflies.org.uk/content/images/141>)



Εικόνα 41: *Lestes sponsa* (Πηγή: http://www.naturephoto-cz.com/lestes-sponsa-photo_lat-4951.html)

6.2. ΤΟ ΕΝΔΗΜΙΚΟ ΕΙΔΟΣ *Cordulegaster helladica*.

Υπάρχει μάλιστα και καταγεγραμμένο και ένα Ενδημικό Είδος το *Cordulegaster helladica*. (Lohmann, 1993) με 3 υποείδη το οποίο βρίσκεται στην κόκκινη λίστα των απειλούμενων ειδών (Πηγή: <http://www.iucnredlist.org/details/59706/0>):

- *Cordulegaster helladica* ssp. buchholzi
- *Cordulegaster helladica* ssp. helladica
- *Cordulegaster helladica* ssp. kastalia

Απαντάται στη Νότια Πελοπόννησο και στις Κυκλάδες. Ειδικά στις Κυκλάδες ο πληθυσμός του φαίνεται να είναι κατακερματισμένος στα διάφορα νησιά με συνεχώς μειούμενους πληθυσμούς (Πηγή: <http://www.iucnredlist.org/details/59706/0>).



Εικόνα 42: Το ενδημικό Είδος *Cordulegaster helladica* (Πηγή: <http://www.iucnredlist.org/details/59706/0>)

6.3. ΤΑ ΟΔΟΝΤΟΓΝΑΘΑ ΤΗΣ ΚΡΗΤΗΣ

Επιστημονικές μελέτες σχετικά με τα Οδοντόγναθα που υπάρχουν στην Κρήτη δεν έχουν γίνει στα πλαίσια κάποιου ερευνητικού προγράμματος ή άλλης εργασίας. Ωστόσο,

υπάρχει μία πληθώρα εργασιών και μια μεγάλη προσπάθεια καταγραφής των ειδών που υπάρχουν στην Κρήτη από ερασιτέχνες, κυρίως άγγλους παρατηρητές πουλιών, καθώς και αποσπασματικές επιστημονικές μελέτες για καταγραφή συγκεκριμένων ειδών.

Μια προσπάθεια για καταγραφή των Οδοντόγναθων της Κρήτης έγινε από τον Roy W Robinson, παρατηρητή πουλιών. Ο κ. Robinson προσπάθησε με τη βοήθεια του οδηγού πεδίου για τα Οδοντόγναθα της Βρετανίας και της Ευρώπης (Field Guide to the Dragonflies of Britain and Europe by British Wildlife Publishing, June 2006) να ταυτοποιήσει τα Οδοντόγναθα τα οποία έβλεπε ο ίδιος κατά τη διάρκεια του ταξιδιού του στην Κρήτη. Οι παρατηρήσεις για τα Οδοντόγναθα που κατέγραψε φαίνονται στη λίστα που ακολουθεί (σε παρένθεση παρατίθεται η κοινή αγγλική ονομασία του κάθε είδους. (Πηγή: <http://www.cretewww.com/odonata/list.htm>):

ZYGOPTERA

- *Calopteryx splendens* (Banded Demoiselle) (Εκ.44)
- *Calopteryx virgo* (Beautiful Demoiselle)
- *Lestes dryas* (Robust Spreadwing)
- *Lestes barbarus* (Migrant Spreadwing)
- *Lestes parvidens* (Eastern Willow Spreadwing)
- *Sympecma fusca* (Common Winter Damsel)
- *Ischnura elegans* (Common Bluetail)
- *Ischnura pumilio* (Small Bluetail)
- *Coenagrion intermedium* (Cretan Bluet)
- *Coenagrion scitulum* (Dainty Bluet/Dainty Damselfly)
- *Enallagma cyathigerum* (Common Bluet/Common Blue Damselfly)
- *Erythromma viridulum* (Small Redeye)
- *Erythromma lindenii* (Blue eye/Goblet marked Damselfly)
- *Ceriagrion tenellum* (Small Red Damsel)

ANISOPTERA

- *Aeshna mixta* (Migrant Hawker)
- *Aeshna affinis* (Blue eyed Hawker/Southern Migrant Hawker)
- *Anax imperator* (Blue Emperor)
- *Anax parthenope* (Lesser Emperor)
- *Anax ephippiger* (Vagrant Emperor)
- *Boyeria cretensis* (Cretan Spectre)

- *Somatochlora meridionalis* (Balkan Emerald)
- *Orthetrum cancellatum* (Black tailed Skimmer)
- *Orthetrum chrysostigma* (Epaulet Skimmer)
- *Orthetrum coerulescens* (Keeled Skimmer)
- *Orthetrum brunneum* (Southern Skimmer)(Εικ.43)
- *Sympetrum fonscolombi* (Red (veined Darter)
- *Sympetrum meridionale* (Southern Darter)
- *Sympetrum striolatum* (Common Darter)
- *Crocothemis erythraea* (Broad Scarlet)
- *Libellula depressa* (Broad bodied Chaser)
- *Orthetrum albistylum* (White tailed Skimmer)
- *Selysiothemis nigra* (Black Pennant)
- *Trithemis annulata* (Violet Dropwing More)

Παρόμοια εργασία έγινε και από τον Phil Benstead, επίσης παρατηρητή πουλιών. Ο κ. Benstead κατέγραψε πολύ λιγότερα είδη αλλά κανένα διαφορετικό από τον κ. Robinson (Πηγή: <http://birding-benstead.blogspot.gr/2013/04/crete-odonata.html>).



Εικόνα 43: *Orthetrum brunneum* Τριόπετρα του Νομού Ρεθύμνης στις εκβολές ρυακιού. - (Πηγή: <http://birding-benstead.blogspot.gr/2013/04/crete-odonata.html>)



Εικόνα 44: *Calopteryx splendens* Πρέβελι του Νομού Ρεθύμνης (Πηγή: <http://birding-benstead.blogspot.gr/2013/04/crete-odonata.html>)

6.4. ΤΟ ΕΝΔΗΜΙΚΟ ΕΙΔΟΣ ΤΗΣ ΚΡΗΤΗΣ *Boyeria cretensis*

Το 1991 καταγράφηκε για πρώτη φορά το Είδος *Boyeria cretensis* από τον Peters. Πρόκειται για ενδημικό Είδος της Κρήτης. Αρχικά το συγκεκριμένο Γένος θεωρήθηκε υποπληθυσμός του *Boyeria irene* αλλά μετά από προσεκτικό έλεγχο από τους ειδικούς ο πληθυσμός της Κρήτης τοποθετήθηκε σε ένα χωριστό Είδος το *B. cretensis* (Peters, 1991) (Εικ.45). Πρόκειται για Είδος το οποίο βρίσκεται στην κόκκινη λίστα στην κατηγορία τρωτό από το 2006. (Πηγή: <http://www.iucnredlist.org/details/summary/60307/0>)



Εικόνα 45: *Boyeria cretensis* (Πηγή: <http://www.iucnredlist.org/details/summary/60307/0>)

7. ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Η παρούσα εργασία επιδίωξε να προσεγγίσει τη γνώση γύρω από τα Οδοντόγναθα και το περιβάλλον τους και να αναδείξει την εύθραυστη ισορροπία των οικοσυστημάτων τους. Η αντίληψη ότι η προσαρμοστικότητα των Οδοντόγναθων θα λειτουργήσει ως μηχανισμός άμυνας ενάντια σε κάθε περιβαλλοντική απειλή και κλιματική αλλαγή, όπως γινόταν εδώ και χιλιάδες χρόνια, δε μπορεί να αποτελεί πλέον οικολογικό εφησυχασμό. Τα Οδοντόγναθα κατάφεραν να προσαρμοστούν ανταποκρινόμενα σε αλλαγές σε βάθος χιλιάδων ετών και σταδιακά, ωστόσο σήμερα οι αλλαγές είναι απότομες και ραγδαίες. Όπως μαρτυρούν ολόένα και περισσότερες φωνές και επιστημονικές μελέτες, κυρίως αυτές που αφορούν το διάστημα του τελευταίου μισού του προηγούμενου αιώνα μέχρι σήμερα, τα Οδοντόγναθα αριθμούν πολλά είδη υπό εξαφάνιση και ο ρυθμός του είναι αυξητικός. Ειδικά σε περιβάλλοντα με τρεχούμενο νερό οι αριθμοί μαρτυρούν ότι μια μετανάστευση του πληθυσμού σε στάσιμα νερά δεν είναι πάντα αποτελεσματική στο να τα προστατεύσει από την εξαφάνιση. Ζυγόπτερα και Ανισόπτερα αντιμετωπίζουν ισόποσο κίνδυνο και αν και οι απώλειες εξαρτώνται από την τοποθεσία και το Είδος, είναι γενικότερα αντιληπτό ότι η υψηλή θνησιμότητα, σε συνδυασμό με τον χαμηλό ρυθμό αναπαραγωγής του πληθυσμού τους, οδηγεί σταδιακά σε εξαφάνιση μια τάξη που επιβίωσε για περισσότερο από 300 εκατομμύρια χρόνια.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ:

- Abbott, John C. “ The amazing world of dragonflies and damselflies (Odonata)”of Texas, Volume I, Lulu com, 2005.
- Angelibert, S. & Giani, N. “Dispersal characteristics of three odonate species in a patchy habitat”. *Ecography*, 26 (1), 2003, 13-20.
- Bartosik, Mark. “Odonata: Dragonflies and Damselflies”. 1/10/2010. [www. pbase. com/mbb/odonata_as_prej](http://www.pbase.com/mbb/odonata_as_prej)
- Bechly, G. *Phylogenetic Systematics of Odonata*. 1/09/2014. [http://www. bechly. de/phylosys. htm](http://www.bechly.de/phylosys.htm). 1998.
- Balmford, A. “Extinction Filters and Current Resilience: the Signification of Past Selection Pressures for Conservation Biology”. *Trends in Ecology and Evolution* 11, 1996, pp 193-196.
- Boudreaux, H. B. *Arthropod phylogeny, with special reference to insects*. New York, Wiley, 1979.
- Bridges, C. A. *Catalogue of the family-group, genus-group and species-group names of the Odonata of the world (Second Edition)*. C. A. Bridges, Urbana, Illinois, 1993.
- Britannica. 1/10/2014, [www. britannica. com/EBchecked/topic/425215/Odonata](http://www.britannica.com/EBchecked/topic/425215/Odonata).
- Bybee, Seth. *Dragonflies and Damselflies (Insecta: Odonata)*. EENY-355, Featured Creatures from the Entomology and Nematology Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. Published: August 2005. Reviewed: March 2011. Revised June 2012. σ. 2. [http://entomology. ifas. ufl. edu/creatures](http://entomology.ifas.ufl.edu/creatures)
- Carpenter F. M. 1992. *Treatise on invertebrate Paleontology*. Boulder (CO): The Geological Society of America and the University of Kansas, 1992.
- Conrad, K. F., Willson, K. H., Harvey, I. F., Thomas, C. J. & Sherratt, T. N. “Dispersal characteristics of seven odonate species in an agricultural landscape”. *Ecography*, 22 (5), 1999, pp 524-531.
- Corbet PS. *Dragonflies: Behavior and Ecology of Odonata*. Comstock Publishing Associates, Cornell University Press. Ithaca, New York, 1999.
- Corbet PS *Stadia and growth ratios of Odonata: a review*. *International Journal of*

Odonatology 5 (1): 45-73, 2002

- Dawson, T. P., P. M. Berry & E. Kampa. Climate change impacts on freshwater wetland habitats. *Journal for Nature Conservation* 11, 2003, 25-30.
- Silva, De Paiva, Daniel, Paulo De Marco, Daniela Chaves Resende. “Adult Odonate Abundance and Community Assemblage Measures as Indicators of Stream Ecological integrity: A case study”. *Ecological Indicators* 10, 2010, 744–752.
- Dijkstra, Klaas-Douwe B. Review. *Field Guide to the Dragonflies and Damselflies of Britain and Europe*, 31/08/2006, στο [www. earthlife. net](http://www.earthlife.net).
- Ferreras-Romero, Manuel, Joaquín Márquez-Rodríguez & Antonio Ruiz-García (2009) “Implications of anthropogenic disturbance factors on the Odonata assemblage in a Mediterranean fluvial system”, *International Journal of Odonatology*, 12: 2, 2009, 413-428.
- Flenner, I. & Sahlén, G. Dragonfly community re-organisation in boreal forest lakes: rapid species turnover driven by climate change? *Insect Conservation and Diversity*, 1, 2008, 169-179.
- Fraser, F. C. A reclassification of the order Odonata. Sydney. R. Zool. Soc. NSW, 1957.
- Goforth, Chris, N. “Dragonflies for Dinner”, 18/08/2011. [www. thedragonflywoman. com/eating-dragonflies](http://www.thedragonflywoman.com/eating-dragonflies)
- Hammond, C. O. *The dragonflies of Great Britain and Ireland*. Harley Books, Colchester, 1997.
- Hardlisch, A. *Die fossilen Insekten und die Phylogenie der rezenten Formen. Ein Handbuch fur Palaontologen und Zoologen*. Leipzig. Engelmann, 1906-08.
- Hassall, C. & Thompson DJ, 2008. “The impact of environmental warming on Odonata: a review”. *International Journal of Odonatology*, 11 (2), 131-153.
- Hennig, W. *Insect Phylogeny*. New York. Wiley, 1981.
- Klaas-Douwe B Dijkstra, Richard Lewington. *Field Guide to the Dragonflies of Britain and Europe*. British Wildlife Publishing Ltd 320 p.
- Kristensen, N. P., *Phylogeny of insect orders*. *Ann. Rev. Ent.* 26, 1981, pp 135-157.
- Kukalova-Peck, J. “Fossil history and the evolution of hexapod structures”. Ch. 6 in CSIRO (ed.) *The Insects of Australia. A textbook for students and research workers*. Carlton.

- Melbourne University Press., 1991, pp 141-179.
- Lohmann, H. “Das phylogenetische System der Anisoptera (Odonata)”. Entomol. Z. 106 (6): 209-252, 106 (7): 253-296, 106 (9), 1996. pp 360-367.
- Mackerras, I. M. “Skeletal anatomy”. Ch. 1 in CSIRO (ed.) The Insects of Australia. A textbook for students and research workers. Carlton. Melbourne University Press. 1970, pp. 3-28.
- Meyer. John R. ENT 425 | General Entomology. NC University. 1/09/2014. [www. cal. ncsu. edu/course/ent425/library/compendium/odonata. html#classification](http://www.cals.ncsu.edu/course/ent425/library/compendium/odonata.html#classification)
- Miller Bob Lecture #5 Dragonflies and damselflies. 1/09/2014. [www. bug. tamu. edu/entocourses/ento301/powerpoints/lecture_05. pdf](http://www.bug.tamu.edu/entocourses/ento301/powerpoints/lecture_05.pdf)
- Nummelin, Matti, Martin Lodenius, Esa Tulisalo, Heikki Hirvonen, Timo Alanko. “Predatory insects as bioindicators of heavy metal pollution”. Environmental Pollution 145 (1), 2007, pp 339-347.
- Peters, G. (1991) The Brook Darner from Crete (*Boyeria cretensis* Spec-Nov) and the monophyly of genus *Boyeria* McLachlan, 1896 (Odonata Anisoptera, Aeshnidae). Deutsche Entomologische Zeitschrift, 38, 161–196.
- Manuel Ferreras-Romeroa, Joaquín Márquez-Rodrígueza & Antonio Ruiz-Garcíaa. Implications of anthropogenic disturbance factors on the Odonata assemblage in a Mediterranean fluvial system. Volume 12, Issue 2, 2009
- Schorr, Martin, Martin Lindeboom, & Dennis Paulson, University of Puget Sound [http://www. pugetsound. edu/academics/academic-resources/slater-museum/biodiversity-resources/dragonflies/world-odonata-list2/](http://www.pugetsound.edu/academics/academic-resources/slater-museum/biodiversity-resources/dragonflies/world-odonata-list2/)
- World odonata list, [http://www. ups. edu/x6140. xml](http://www.ups.edu/x6140.xml) International Journal of Odonatology 5 (1), 2010, pp 45-73.
- Soluk, D. A. «Multiple predator effects: Predicting combined functional response of stream fish and invertebrate predators». Ecology 74, 1993, pp 219-225.
- Tait, Kathleen “Evolution of Dragonflies”. 1/10/2014 [www. sas. upenn. edu/~tait/evolutionofdragonflies. pdf](http://www.sas.upenn.edu/~tait/evolutionofdragonflies.pdf)
- Tillyard, R., J., The evolution of the order Odonata. Part 1. Introduction and early history of the order. Records of the Indian Museum 30, 1928, pp 151-172.

- Tillyard, R. J., and F. C. Fraser. “A reclassification of the order Odonata. Austr. Zool. 9”, 1938-40, 125-169, 195-221, 359-390.
- Trueman, John W. H. and Rowe, Richard J. 2001. “Odonata. Dragonflies and damselflies”. 2001. 1/09/2014. <http://tolweb.org/Odonata/8266/2001.01.01> στο The Tree of Life Web Project, <http://tolweb.org>
- Wheeler, W. C., “The systematics of insect ribosomal DNA”. In B. Fernholm et al. (eds.), The Hierarchy of Life. Molecules and Morphology in Phylogenetic Analysis. Amsterdam. Elsevier, 1989.
- Ward, J. V., Ch 1. “Biology and habitat”. Aquatic insect ecology. John Wiley & Sons, New York, 1992.
- Watson J. A. L., O’Farrell A. F. 1991. “Odonata (dragonflies and damselflies)”. Ch. 17 in CSIRO, editor. The insects of Australia. A textbook for students and research workers. Carlton, Victoria (Australia): Melbourne University Press, 1991 pp 294–310.
- Watts, P. C., Rouquette, J. R., Saccheri, J., Kemp, S. J. & Thompson, D. J., “Molecular and ecological evidence for small-scale isolation by distance in an endangered damselfly, *Coenagrion mercurial*”. Molecular Ecology, 13 (10), 2004, pp 2931-2945.
- Xenopoulos, M. A. & D. M. Lodge. “Going with the flow: using species-discharge relationships to forecast losses in fish biodiversity”. Ecology 87, 2006, pp 1907-1914.
- www.diginature.nl/waterjuffers/waterjuffers/griekse-vuurjuffer-pyrrhosoma-elisabethae.html

ΠΗΓΕΣ ΑΠΟ ΤΟ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ

- www.arkinspace.com
- http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A3%CF%84%CE%BF%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CF%8C_%CE%BC%CF%8C%CF%81%CE%B9%CE%BF
- <http://birding-benstead.blogspot.gr/2013/04/crete-odonata.html>
- http://greekdragonfly.nature4stock.com/?page_id=36
- <http://tolweb.org/Odonata>

<http://www.britannica.com/EBchecked/topic/425215/Odonata/93531/Wings-and-flight#toc39545>

<http://www.british-dragonflies.org.uk/content/images/141>

<http://www.cretewww.com/odonata/list.htm>

HTTP://WWW.DIGINATURE.NL/WATERJUFFERS/WATERJUFFERS/GRIEKSE-VUURJUFFER-PYRRHOSOMA-ELISABETHAE.HTML

<http://www.earthlife.net/insects/odonata.html>

<http://www.iucnredlist.org/details/59706/0>

<http://www.iucnredlist.org/details/summary/60307/0>

http://www.libellen.org/epallage/pubs/somatochlora_borisi.htm

http://www.naturephoto-cz.com/lestes-sponsa-photo_lat-4951.html

www.britannica.com/EBchecked/topic/425215/Odonata

www.bug.tamu.edu/entocourses/ento301/powerpoints/lecture_05.pdf

www.derbyshire-dragonflies.org.uk/facts

www.discoverlife.org/Odonata

www.dragonfly-site.com/

www.mndragonfly.org/biology

www.neogeology.us

www.pugetsound.edu/Anisoptera

www.susanleachsnyder.com

www.thedragonflywoman.com/eating-dragonflies

www.wikipedia/Odonata

www.wikipedia/Οδοντόγναθα

www.earthlife.net