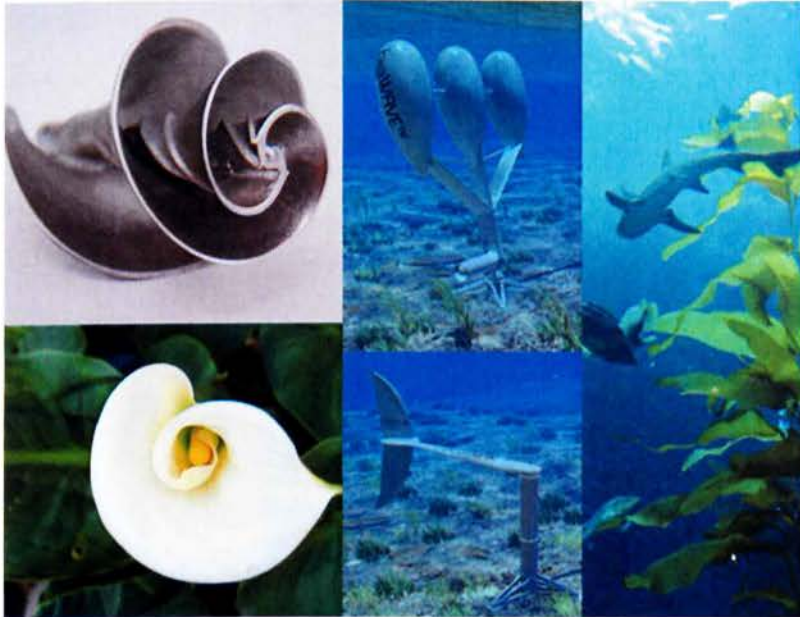


# ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΒΙΟΜΙΜΗΤΙΚΗ ΣΤΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

ΜΗΧ  
692



ΌΝΟΜΑ ΣΠΟΥΔΑΣΤΗ: ΔΡΟΣΟΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ

ΤΜΗΜΑ: ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

Α.Μ.: 33549

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ... 4

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.

ΝΟΗΜΟΝΑ ΥΛΙΚΑ ... 6

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.

Τα σχέδια των φυτών και

Βιομημητική ... 16

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.

Κιβώτια ταχυτήτων και κινητήρων στη

φύση ... 24

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.

Χρήση κυμάτων και κραδασμών ... 28

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5.

Έμβια όντα και πτητική

τεχνολογία ... 37

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6.

Τι μπορούμε να μάθουμε από τα ζώα ... 43

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7.

Όργανα ανώτερα στην τεχνολογία ... 55

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8.

Βιομηχανική και αρχιτεκτονική ... 64

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9.

Ρομπότ που μιμούνται τα έμβια όντα .. 71

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10.

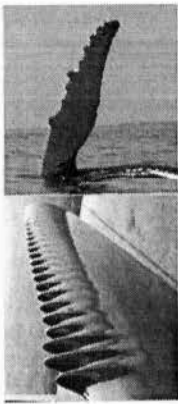
Τεχνολογία στη φύση... 81

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ...82

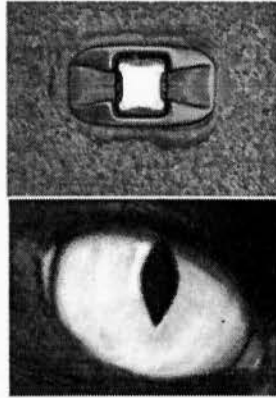
## Τι είναι Βιομιμητική;

Τόσο η Βιομιμητική όσο και η βιομίμηση, έχουν στόχο την επίλυση των προβλημάτων με τη πρώτη εξέταση, και στη συνέχεια μιμούνται ή αντλούν έμπνευση από μοντέλα της φύσης.

Βιομιμητική είναι ο όρος που χρησιμοποιείται για να περιγράψει τις ουσίες, τον εξοπλισμό, τους μηχανισμούς και τα συστήματα με τα οποία οι άνθρωποι μιμούνται τα φυσικά συστήματα και σχέδια, ιδίως στους τομείς της άμυνας, της ναυτοτεχνολογίας, της ρομποτικής τεχνολογίας και της τεχνητής νοημοσύνης (επίσης γνωστή ως όλα, για συντομία).



HUMPBACK  
WHALE  
FLIPPER/  
TURBINE  
BLADES



CAT EYE  
REFLECTOR  
&  
CAT EYE



VW BEETLE  
&  
BEETLE

## Πώς η Βιομιμητική θα αλλάξει τη ζωή μας;

Για κάποιο λόγο, μόλις πρόσφατα η επιστημονική κοινότητα έχει καταλάβει ότι τα σχέδια της φύσης είναι ένας τεράστιος πόρος και ότι αυτά θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν στην καθημερινή ζωή. Μιμούμενοι τη φύση, θα μας επιτραπεί να προχωρήσουμε σε μεγάλο αριθμό τομέων, όπως τα τρόφιμα και την παραγωγή ενέργειας, την αποθήκευση πληροφοριών, και την υγεία.

Ως παραδείγματα, μπορούμε να αναφέρουμε τους μηχανισμούς που εμπνέονται από τα φύλλα, τα οποία λειτουργούν με ηλιακή ενέργεια. Η παραγωγή υπολογιστών που μεταδίδουν σήματα κατά παρόμοιο τρόπο με τα κύτταρα και κεραμικά που μπορούν να αντιστέκονται στη θραύση μιμούμενα τη μητέρα-

μαργαριτάρι (μαργαρόρριζα). Ως εκ τούτου, είναι προφανές ότι η Βιομημητική Επανάσταση θα επηρεάσει την ανθρωπότητα βαθιά και ας ζούμε σε όλο και μεγαλύτερη ευκολία και άνεση, μιας και η Βιομημητική είναι μόνο ένα από τα πεδία που βάζουν τα έκτακτα σχέδια των ζωντανών οργανισμών, ώστε να μπορούν να χρησιμοποιήσουν ως πρότυπα στην υπηρεσία της ανθρωπότητας.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.

### ΝΟΗΜΟΝΑ ΥΛΙΚΑ

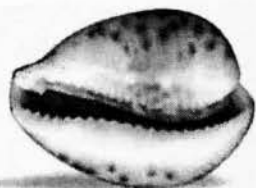
Σήμερα, πολλοί επιστήμονες μελετούν τη δομή των φυσικών υλικών και τη χρήση τους ως μοντέλα στη δική τους έρευνα, μόνο και μόνο επειδή αυτές οι δομές έχουν αυτές τις περιζήτητες ιδιότητες, όπως δύναμη, ελαφρότητα και ελαστικότητα. Για παράδειγμα, το εσωτερικό κέλυφος του αυτιού της θάλασσας (είδος θαλασσινού σάλιαγκα, (εικόνα 1-1. ) είναι δύο φορές πιο ανθεκτικό και από τα κεραμικά, που ακόμη και η προηγμένη τεχνολογία μπορεί να παράγει. Το μετάξι της αράχνης είναι πέντε φορές ισχυρότερο από το χάλυβα, και η κόλλα που χρησιμοποιούν τα μύδια για να προσκολλούνται στους βράχους, διατηρεί τις ιδιότητές της, ακόμη και υποβρύχια. (1)



Εικόνα 1-1.

Αυτί της θάλασσας

Για την παραγωγή κεραμικών που χρησιμοποιούνται για διάφορους σκοπούς, όπως για την κατασκευή ηλεκτρολογικού υλικού, οι θερμοκρασίες άνω των 1.000-1.500°C (1,830-2,730°F) είναι γενικά αναγκαίες. Πολλά κεραμικά υλικά υπάρχουν στη φύση, αλλά τόσο υψηλές θερμοκρασίες δεν χρησιμοποιούνται ποτέ για τη δημιουργία τους. Ένα μύδι, για παράδειγμα (εικόνα 1-2), εκκρίνει το κέλυφος του με ένα τέλειο τρόπο σε μόνο 40°C (390°F). Αυτό το παράδειγμα της δημιουργίας της φύσης μας κάνει να αναρωτηθούμε πώς μπορούμε να παράγουμε καλύτερα, πιο ισχυρά, χρήσιμα και λειτουργικά κεραμικά. Εξετάζοντας τις εσωτερικές δομές των κελυφών του αριθμού των θαλάσσιων πλασμάτων, παρατηρήσαμε τις εξαιρετικές ιδιότητες του κοχυλιού «αυτί της θάλασσας». Αν το μεγεθύνουμε 300.000 φορές (εικόνα 1-3) με ένα ηλεκτρονικό μικροσκόπιο, παρατηρούμε πως το κέλυφος μοιάζει με ένα τοίχο από τούβλα, από ανθρακικό ασβέστιο εναλλασσόμενο με μια πρωτεΐνη "κονίαμα". Παρά το ότι το ανθρακικό ασβέστιο έχει ουσιαστικά εύθραυστη φύση, το κέλυφος είναι εξαιρετικά ισχυρό λόγω της πλαστικοποιημένης δομής του και λιγότερο εύθραυστο από τα ανθρώπινα κεραμικά κατασκευάσματα. Βρήκαμε πως με αυτή την πλαστικοποιημένη μορφή του, προστατεύεται από ρωγμές, όπως ακριβώς και το πλεκτό σχοινί σε περίπτωση που σπάσει ένα από τα νήματά του. (2)



Εικόνα 1-2.



Εικόνα 1-3.

Έτσι η τεχνογνωσία αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για παράδειγμα σε θωρακίσεις αρμάτων. (3)

**Σύνθετα υλικά :**

Τα περισσότερα από τα υλικά στη φύση αποτελούνται από σύνθετα υλικά. Σύνθετα είναι τα στερεά υλικά, που προκύπτουν όταν δύο ή περισσότερες ουσίες συνδυαστούν και δώσουν μια νέα ουσία, η οποία θα διαθέτει ανώτερες ιδιότητες από εκείνες των αρχικών συστατικών. (4)

Η τεχνητή σύνθεση γνωστή ως fiberglass (υαλονήματα), για παράδειγμα, χρησιμοποιείται σε ύφαλα πλοίων, καλάμια ψαρέματος, αθλητικό εξοπλισμό και υλικά, όπως σε τόξα και βέλη. Τα υαλονήματα δημιουργούνται από την ανάμειξη λεπτών ινών γυαλιού, μαζί με ένα ζελατινώδες πλαστικό που ονομάζεται πολυμερές. Δεδομένου ότι το πολυμερές σκληραίνει, η σύνθετη ουσία που προκύπτει είναι ελαφριά, ισχυρή και ευέλικτη. Αλλάζοντας τις ίνες ή το πλαστικό η ουσία που χρησιμοποιείται στο μείγμα αλλάζει επίσης τις ιδιότητες του σύνθετού του. (5)

Σύνθετα αποτελούμενα από γραφίτη και ίνες άνθρακα, είναι μεταξύ των καλύτερων ανακαλύψεων της μηχανικής τα τελευταία 25 χρόνια. Με αυτά τα σύνθετα υλικά, έχουν σχεδιαστεί αεροσκάφη, μέρη διαστημικών λεωφορείων, αθλητικός εξοπλισμός, αγωνιστικά αυτοκίνητα, σκάφη αναψυχής και άλλες νέες ανακαλύψεις που γρήγορα πραγματοποιούνται (εικόνα 1-4).

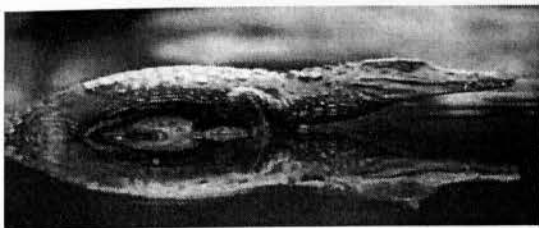


Ωστόσο μέχρι στιγμής, τα ανθρωπογενή σύνθετα, είναι πολύ πιο πρωτόγονα και αδύναμα, από αυτά που απαντώνται στη φύση.

Εικόνα 1-4.

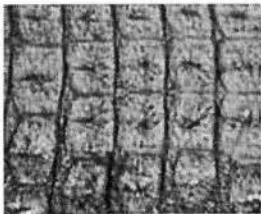
**Τεχνολογία υαλονημάτων με βάση δέρμα κροκόδειλου :**

Η τεχνολογία του υαλονήματος, που άρχισε να χρησιμοποιείται από τον 20ο αιώνα, υπήρχε στα έμβια όντα από την ημέρα της δημιουργίας τους. Το δέρμα του κροκόδειλου για παράδειγμα, έχει παρόμοια δομή με το υαλόνημα (εικόνα 1-5).



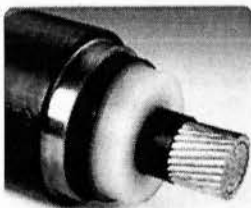
Εικόνα 1-5.

Μέχρι πρόσφατα οι επιστήμονες αναρωτιούνταν γιατί το δέρμα του κροκόδειλου, ήταν αδιαπέραστο από μαχαίρια, βέλη και μερικές φορές ακόμη και από σφαίρες. Η έρευνα κατέληξε με εκπληκτικά αποτελέσματα: Η ουσία που δίνει στο δέρμα του κροκόδειλου την ειδική δύναμη αυτή, είναι οι πρωτεϊνικές ίνες κολλαγόνου που περιέχει (εικόνα 1-6). Αυτές οι ίνες έχουν την ιδιότητα να ενισχύσουν έναν ιστό όταν προστεθούν σε αυτόν.



Εικόνα 1-6.

### Τεχνολογία συρματόσχοινων στους μύες :

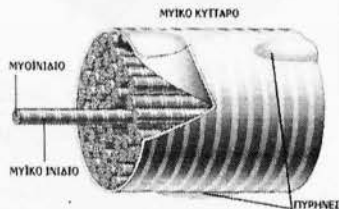


Εικόνα 1-7.

Ένα άλλο παράδειγμα των φυσικών σύνθετων είναι οι τένοντες (εικόνα 1-8). Οι ιστοί αυτοί, που συνδέουν τους μύες με τα οστά, έχουν μια πολύ σταθερή και εύκαμπτη δομή, χάρη στις κολλαγονούχες ίνες που τα συνθέτουν.

Ένα άλλο χαρακτηριστικό των τενόντων είναι ο τρόπος με τον οποίο οι ίνες τους υφαίνονται από κοινού. (6)

Στην πραγματικότητα, η τεχνολογία του συρματόσχοινου (χαλύβδινα καλώδια, εικόνα 1-7) που χρησιμοποιείται στη σημερινή ανάρτηση των γεφυρών, εμπνεύστηκε από τη δομή των τενόντων στο ανθρώπινο σώμα. Τα φέροντα καλώδια στις κρεμαστές γέφυρες (εικόνα 1-9) αποτελούνται από δέσμες, πτυχών όπως οι μύες μας.



Εικόνα 1-8.



Εικόνα 1-9.

### Πολλαπλών Χρήσεων λίπος φάλαινας :



Ένα στρώμα λίπους καλύπτει τα όργανα των δελφινιών και των φαλαινών, που υπηρετεί ως φυσικός μηχανισμός επίπλευσης που τους επιτρέπει να ανέβουν στην επιφάνεια για να αναπνεύσουν. Παράλληλα, προστατεύει αυτά τα θερμόαιμα θηλαστικά από τα κρύα νερά των ωκεάνιων βαθών. Μια άλλη ιδιότητα του λίπους των φαλαινών (εικόνα 1-10) είναι ότι, όταν μεταβολίζονται, τους παρέχει δύο με τρεις φορές τόση ενέργεια όσο η ζάχαρη ή η πρωτεΐνη. Κατά τη διάρκεια μιας μη σίτισης μετανάστευσης χιλιάδων χιλιομέτρων μιας φάλαινας, όταν δεν είναι σε θέση να βρει επαρκές τροφή, αποκτά την απαιτούμενη ενέργεια από αυτό το λίπος στο σώμα της. Παράλληλα, το λίπος της φάλαινας είναι ένα πολύ εύκαμπτο υλικό, όπως αυτό της γόμας. Κάθε φορά που χτυπάει την ουρά της στο νερό, η ελαστική ανάκρουση του λίπους συμπιέζεται και τεντώνεται. Αυτό όχι μόνο παρέχει στη φάλαινα επιπλέον ταχύτητα, αλλά επιτρέπει επίσης ένα 20% εξοικονόμηση ενέργειας σε μεγάλα ταξίδια. Με όλες αυτές τις ιδιότητες, το λίπος της φάλαινας θεωρείται ως ουσία με ένα πολύ ευρύτερο φάσμα λειτουργιών .

*Εικόνα 1-10.*



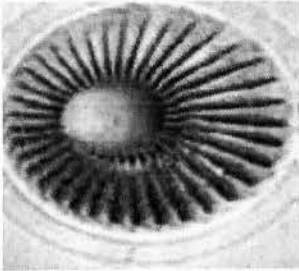
Οι φάλαινες (εικόνα 1-11) έχουν υποστεί επεξεργασία επικάλυψης τους λίπους τους για χιλιάδες χρόνια, ακόμα μόλις πρόσφατα έχει ανακαλυφθεί πως αποτελείται από ένα σύνθετο πλέγμα ινών κολλαγόνου. Οι επιστήμονες συνεχίζουν να εργάζονται για να κατανοήσουν πλήρως τις λειτουργίες αυτού του μίγματος σύνθετου λίπους, αλλά πιστεύεται ότι είναι ένα ακόμα θαύμα προϊόν που θα έχει πολλές χρήσιμες εφαρμογές, εφόσον παράγεται συνθετικά. (7)

*Εικόνα 1-11.*

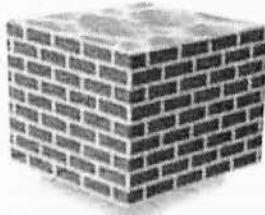


## Μητέρα – μαργαριτάρι και ειδική κατασκευή περιορισμού ζημιάς :

Η δομή της μαργαρόρριζας (εικόνα 1-12), που απαρτίζει τα εσωτερικά στρώματα του κελύφους του μαλακίου, έχει μιμηθεί ώστε να αναπτυχθούν υλικά για τη χρήση σε υπέρ ανθεκτικές λεπίδες κινητήρα τζετ. Περίπου το 95% του της μητέρας - μαργαριτάρι αποτελείται από ασβεστόλιθο, ακόμη χάρη στη σύνθετη αυτή δομή είναι 3.000 φορές πιο ανθεκτικό από ό, τι ο χύμα ασβεστόλιθος. Όταν εξεταστούν σε μικροσκόπιο, μπορούμε να δούμε μικροσκοπικά αιμοπετάλια 8 μικρομέτρων και 0,5 μικρομέτρων πάχος, διατεταγμένα σε στρώματα. Αυτά τα αιμοπετάλια αποτελούνται από μια πυκνή και κρυσταλλική μορφή ανθρακικού ασβεστίου, που όμως μπορεί να είναι ενωμένες μεταξύ τους, χάρη σε ένα κολλώδες μετάξι-όπως η πρωτεΐνη. (8)



Εικόνα 1-12α.



Εικόνα 1-12β.



Εικόνα 1-13.

Ο συνδυασμός αυτός παρέχει ανθεκτικότητα με δύο τρόπους. Όταν η μητέρα-των-μαργαριταριών πιέζεται από ένα βαρύ φορτίο, οι ρωγμές που εμφανίζονται αρχίζουν να εξαπλώνονται, αλλάζουν όμως κατεύθυνση στην προσπάθειά τους να περάσουν μέσα από τα στρώματα πρωτεΐνης. Αυτό διασκορπίζει τη δύναμη που επιβάλλεται, έτσι ώστε να προληφθούν τα κατάγματα. Ένας δεύτερος παράγοντας ενίσχυσης είναι πως κάθε φορά που εμφανίζεται μια ρωγμή, τα στρώματα πρωτεΐνης απλώνονται σε όλη σκέλη του κατάγματος, απορροφώντας την ενέργεια που θα επέτρεπε στις ρωγμές να συνεχίσουν (εικόνα 1-13). (9)

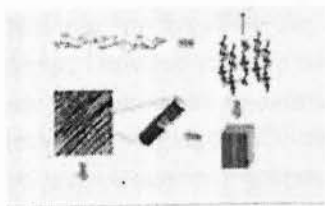
## Η σκληρότητα του ξύλου είναι κρυμμένη στον σχεδιασμό του :

Σε αντίθεση με τις ουσίες σε άλλα έμβια όντα, τα σύνθετα κηπευτικά αποτελούνται περισσότερο από ίνες κυτταρίνης παρά από κολλαγόνο. Η ανθεκτική διάθρωση της σκληρότητας του ξύλου (εικόνα 1-14), προκύπτει από την παραγωγή αυτής της κυτταρίνης, ένα σκληρό υλικό που δεν είναι διαλυτό στο νερό.



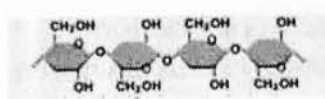
Εικόνα 1-14.

Αυτή η ιδιότητα της κυτταρίνης κάνει το ξύλο τόσο ευπροσάρμοστο στον τομέα των κατασκευών. Χάρη στην κυτταρίνη, οι ξύλο κατασκευές συνεχίζουν να στέκονται εδώ και εκατοντάδες χρόνια. Περιγράφεται ως φορέας τάσης, η κυτταρίνη χρησιμοποιείται πολύ πιο εκτεταμένα από ό, τι άλλα οικοδομικά υλικά στα κτίρια, στις γέφυρες, σε έπιπλα και σε άλλα πολλά αντικείμενα. Επειδή το ξύλο απορροφά την ενέργεια από χαμηλής ταχύτητας επιπτώσεις, είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική στον περιορισμό των ζημιών σε μια συγκεκριμένη τοποθεσία. Ειδικότερα, η ζημία υφίσταται τη μεγαλύτερη μείωση, όταν η επίδραση συμβαίνει σε ορθή γωνία προς τη κατεύθυνση του κόκκου. Διαγνωστική έρευνα έδειξε ότι οι διαφορετικοί τύποι ειδών ξύλου παρουσιάζουν διαφορετικά επίπεδα αντίστασης. Ένας από τους παράγοντες είναι η πυκνότητα, δεδομένου του ότι τα πυκνότερα δάση απορροφούν περισσότερη ενέργεια κατά την πρόσκρουση. Ο αριθμός σκαφών στο ξύλο, το μέγεθος και Η κατανομή τους, είναι επίσης σημαντικοί παράγοντες για τη μείωση των επιπτώσεων στη παραμόρφωση. (10)



Το ξύλο αποτελείται από ένα είδος σωληνωτών ινών, που του δίνουν τις ανθεκτικές του ιδιότητες (Εικόνα 1-15).

Εικόνα 1-15.



Η πρώτη ύλη του ξύλου, γνωστή ως κερατίνη, διαθέτει μια πολύπλοκη δομή. Εάν οι χημικοί δεσμοί ή τα άτομα που περιβάλλουν τη κερατίνη ήταν διαφορετικά, τότε το ξύλο δε θα ήταν τόσο ισχυρό και ευέλικτο (Εικόνα 1-16).

Εικόνα 1-16.

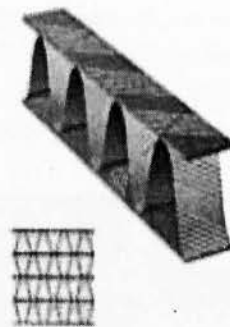
Ένα οικοδόμημα που έχει διαμορφωθεί σε ξύλο για την κατασκευή των αλεξίσφαιρων ρούχων (εικόνα 1-17). Εάν το ξύλο είχε μια διαφορετική δομή, δεν θα μπορούσε να διαθέτει τέτοια ανθεκτική σκληρότητα.



1. Προσεκτικά τοποθετημένες ίνες, ώστε να μιμηθούν τη σπειρωτή περιέλιξη των σωληνοειδών τοιχωμάτων του ξύλου.
2. Ρητίνη ενισχυμένη με ίνες γυαλιού.
3. Κυματοειδές στρώμα μεταξύ επίπεδων πλακών.
4. Επίπεδα τοποθετημένα ώστε να μιμηθούν τη σωληνωτή δομή του ξύλου.

Εικόνα 1-17.

Το αεροσκάφος «mosquito» που χρησιμοποιήθηκε κατά τη διάρκεια του Β' παγκοσμίου πολέμου, το οποίο μέχρι στιγμής έχει δείξει τη καλύτερη ανοχή σε βλάβες, ήταν κατασκευασμένο από πυκνά κολλημένα κόντρα πλακέ στρώματα, ενδιάμεσα λεπτότερων στρώσεων ξύλου «μπάλσα» (εικόνα 1-18). Η σκληρότητα του ξύλου το καθιστά πιο αξιόπιστο υλικό. Όταν σπάζει, οι ρωγμές εμφανίζονται σταδιακά και τόσο αργά, ώστε μπορεί να εντοπιστούν με γυμνό μάτι, δίνοντας έτσι χρόνο ώστε να παρθούν προφυλάξεις. (11)



Εικόνα 1-18.

Το ξύλο αποτελείται από παράλληλες στήλες μεγάλων, κοίλων κυττάρων τοποθετημένα από άκρη σε άκρη, και περιβάλλεται από σπείρες ινών κυτταρίνης. Επιπλέον, αυτά τα κύτταρα βρίσκονται μέσα σε ένα σύνθετο πολυμερές που η δομή του είναι κατασκευασμένη από ρητίνη. Τα σπειροειδή τώρα στρώματα, αποτελούν το 80% του συνολικού πάχους του κυτταρικού τοιχώματος και, μαζί, φέρουν το κύριο βάρος. Όταν ένα κύτταρο του ξύλου καταρρεύσει, απορροφά την ενέργεια κρούσης που προκύπτει από το σπάσιμο, μακριά από τα περιβάλλοντα κύτταρα. Ακόμη και αν υπάρξουν ρωγμές μεταξύ των ινών το ξύλο δεν παραμορφώνεται. Τα σπασμένα ξύλα είναι, ωστόσο, αρκετά ισχυρά ώστε να στηρίξουν ένα σημαντικό φορτίο.

Το υλικό που μιμείται τις ιδιότητες του ξύλου είναι 50 φορές πιο ανθεκτικό από ό, τι κάποια άλλα συνθετικά υλικά που χρησιμοποιούνται σήμερα. Το ξύλο σήμερα μιμούνται υλικά που αναπτύσσονται για την προστασία έναντι υψηλής ταχύτητας σωματιδίων, όπως θραύσματα από βόμβες ή σφαίρες. (12)

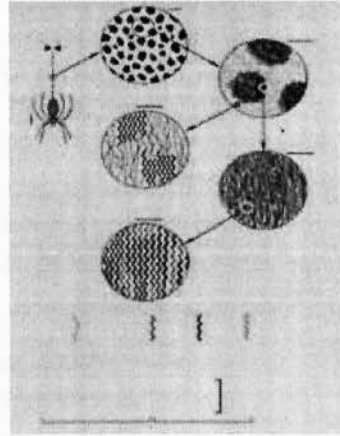
**Το μετάξι της αράχνης είναι ισχυρότερο από το ατσάλι :**



Εικόνα 1-19.

Ένας μεγάλος αριθμός εντόμων-πεταλούδων και σκώρων για παράδειγμα, παράγουν μετάξι, αν και υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ αυτών των ουσιών και του μεταξιού της αράχνης (εικόνα 1-19). Σύμφωνα με τους επιστήμονες, το νήμα της αράχνης είναι ένα από τα ισχυρότερα γνωστά υλικά. Αν έχουμε καθορίσει όλα τα χαρακτηριστικά ενός ιστού αράχνης, ο προκύπτων κατάλογος θα είναι πολύ μακρύς. Ωστόσο, ακόμη και μερικά μόνο παραδείγματα από τις ιδιότητες του μεταξιού της αράχνης είναι αρκετά για να μας πείσουν: **(13)**

- Η μεταξωτή κλωστή της αράχνης σε μορφή νήματος, με διαστάσεις μόλις το ένα χιλιοστό του χιλιοστού, είναι πέντε φορές ισχυρότερη από ένα κομμάτι ατσάλι του ίδιου πάχους.
- Μπορεί να προεκταθεί τέσσερις φορές το μήκος της.
- Επίσης, είναι τόσο ελαφριά που αν θέλαμε να κυκλώσουμε τον πλανήτη με αυτό, 320 γραμμάρια θα ήταν αρκετά.



*Εικόνα 1-20.*

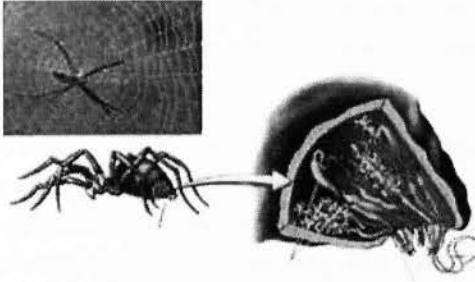
Αυτά τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά μπορεί να βρεθούν σε διάφορα άλλα υλικά, αλλά είναι μια πιο εξαιρετική περίπτωση για όλα αυτά να έρθουν σε επαφή με μιας. Δεν είναι εύκολο να βρεθεί ένα υλικό που είναι τόσο ισχυρό και ελαστικό (εικόνα 1-20). Το ισχυρό συρματόσχοινο δεν είναι τόσο ελαστικό όπως το καουτσούκ για παράδειγμα και μπορεί να παραμορφωθεί με την πάροδο του χρόνου (εικόνα 1-21). Και ενώ τα καλώδια που είναι φτιαγμένα από καουτσούκ δεν είναι εύκολο να παραμορφωθούν, δεν είναι αρκετά ισχυρά ώστε να φέρουν βαριά φορτία.



*Εικόνα 1-21.*

Η υπεροχή του μεταξιού της αράχνης οφείλεται στη χημική δομή του. Το πρώτο του υλικό είναι μια πρωτεΐνη που ονομάζεται κερατίνη, η οποία αποτελείται από ελικοειδείς αλυσίδες αμινοξέων που συνδέονται μεταξύ τους σταυρωτά. Η κερατίνη είναι το δομικό στοιχείο για τόσες διαφορετικές φυσικές ουσίες, όπως τα μαλλιά, τα νύχια, τα φτερά και το δέρμα. Για όλες τις ουσίες που περιλαμβάνει, η προστατευτική του ιδιότητα είναι ιδιαίτερα σημαντική. Επιπλέον, η κερατίνη η οποία αποτελείται από αμινοξέα που δεσμεύονται από χαλαρούς δεσμούς υδρογόνου το καθιστούν πολύ ελαστικό, όπως περιγράφεται και στο αμερικανικό περιοδικό Science News: "Στην ανθρώπινη κλίμακα, ένας ιστός αράχνης που μοιάζει με δίχτυ αλιείας, θα μπορούσε να πιάσει ένα επιβατικό αεροπλάνο." **(14)**

Εικόνα 1-22.



Στο κάτω μέρος του άκρου της κοιλιάς της αράχνης, υπάρχουν τρία ζεύγη οργάνων νηματοποίησης μεταξιού. Κάθε ένα από αυτά τα όργανα, είναι σπαρμένο με πολλούς τριχοειδής σωλήνες που ονομάζεται κάνουλες (εικόνα 1-22). Οι Κάνουλες οδηγούν σε αδένες

μεταξιού μέσα στην κοιλιά της αράχνης, καθεμία από τις οποίες παράγει ένα διαφορετικό τύπο μεταξιού. Ως αποτέλεσμα της αρμονίας μεταξύ τους, παράγονται μια ποικιλία μεταξωτών κλωστών. Στο εσωτερικό σώμα της αράχνης τώρα, υπάρχουν αντλίες, βαλβίδες και συστήματα πίεσης με εξαιρετικά αναπτυγμένες ιδιότητες, που χρησιμοποιούνται κατά την παραγωγή του ακατέργαστου μεταξιού, που συντάσσεται από τις Κάνουλες (εικόνα 1-23). (15)

Το πιο σημαντικό είναι, πως η αράχνη μπορεί να αλλάξει την πίεση των κανουλών κατά βούληση, το οποίο αλλάζει επίσης τη δομή των μορίων που συνθέτουν το υγρό κερατίνη. Ο μηχανισμός ελέγχου των βαλβίδων, η διάμετρος, η αντοχή και η ελαστικότητά του νήματος, μπορούν να αλλάξουν, υποθέτοντας πως έτσι καθίσταται το νήμα με τα επιθυμητά χαρακτηριστικά του, χωρίς να αλλοιώνεται η χημική δομή του. Αν είναι επιθυμητές βαθύτερες αλλαγές στο μετάξι, τότε πρέπει να τεθεί σε λειτουργία ένας άλλος αδένας. Και τέλος, χάρη στην τέλεια χρήση των πίσω ποδιών της, η αράχνη μπορεί να βάλει το νήμα της, στην επιθυμητή τροχιά.

Μια λεπτομερέστερη όψη των κανουλών.



Εικόνα 1-23.

Μιας και το χημικό θαύμα της αράχνης μπορεί να αναπαραχθεί πλήρως, ώστε να μπορεί να αναπαραχθεί ένας μεγάλος αριθμός χρήσιμων υλικών όπως: ζώνες ασφαλείας με την απαιτούμενη ελαστικότητά τους, πολύ ισχυρά χειρουργικά ράμματα που δεν αφήνουν ουλές, αλεξίσφαιρα γιλέκα και υφάσματα. Επιπλέον, δε χρειάζεται να χρησιμοποιηθούν επιβλαβής ή

δηλητηριώδης ουσίες για την παραγωγή τους. Το μετάξι της αράχνης διαθέτει τις πιο όμορφο ιδιότητες. Λαμβάνοντας υπόψη την υψηλή αντοχή του στην τάση, απαιτείται δέκα φορές περισσότερη ενέργεια για να σπάσει το μετάξι της αράχνης σε σχέση με άλλα, παρόμοια βιολογικά υλικά. (16)

Ως αποτέλεσμα, πολύ περισσότερη ενέργεια χρειάζεται να δαπανηθεί για να σπάσει ένα κομμάτι του μεταξιού της αράχνης, από ότι ενός ίδιου μεγέθους νάλων νήμα. Ένας από τους κύριους λόγους για τον οποίο οι αράχνες είναι σε θέση να παράγουν τόσο ισχυρό μετάξι, είναι το ότι διαχειρίζονται στο να προσθέτουν

βοηθητικές ενώσεις, μαζί με μια κανονική δομή ελέγχοντας τη κρυστάλλωση και αναδιπλώνοντας βασικές πρωτεϊνικές ενώσεις. Δεδομένου του ότι το υφαντικό υλικό αποτελείται από υγρούς κρυστάλλους, οι αράχνες δαπανούν ελάχιστο ποσό ενέργειας για να το φτιάξουν.

Το νήμα που παράγεται από τις αράχνες, είναι πολύ πιο ισχυρό από τις γνωστές φυσικές ή συνθετικές ίνες. Αλλά το νήμα αυτό, δεν μπορεί να συλλεχθεί και να χρησιμοποιηθεί άμεσα, όπως και το μετάξι πολλών άλλων εντόμων. Για το λόγο αυτό, η μόνη εναλλακτική λύση είναι η σημερινή τεχνητή παραγωγή.

Οι ερευνητές που ασχολούνται με εκτεταμένες μελέτες για το πώς οι αράχνες παράγουν το μετάξι τους, σύμφωνα με τον Δρα Fritz Vollrath, ζωολόγος στο πανεπιστήμιο του Aarhus της Δανίας, μελέτησε την αράχνη κήπων *araneus diadematus* και πέτυχε στο να αποκαλύψει ένα μεγάλο μέρος της διαδικασίας. Βρήκε ότι οι αράχνες σκληρύνουν το μετάξι τους προκαλώντας όξυνση. Ειδικότερα, εξετάσε τον αγωγό μέσω των οποίων περνά το μετάξι πριν την έξοδο του από το σώμα της αράχνης. Πριν από την είσοδο στον αγωγό, το μετάξι αποτελείται από πρωτεΐνες σε υγρή μορφή. Στον αγωγό, εξειδικευμένα κύτταρα προφανώς, συντάσσουν το νερό μακριά από τις πρωτεΐνες του μεταξιού. Τα άτομα υδρογόνου που λαμβάνονται από το νερό διοχετεύονται σε ένα άλλο τμήμα του αγωγού, δημιουργώντας έτσι ένα λουτρό οξέος. Δεδομένου ότι οι πρωτεΐνες μεταξιού, θα έρθουν σε επαφή με το οξύ, διπλώνουν και σχηματίζουν γέφυρες μεταξύ τους, σκληραίνοντας το μετάξι, το οποίο είναι ισχυρότερο και πιο ελαστικό και από το Κέβλαρ, ένα υλικό από το οποίο είναι κατασκευασμένες οι ισχυρότερες τεχνητές ίνες. (17)

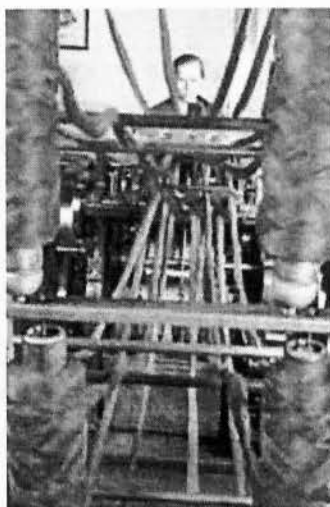
Το Κέβλαρ, είναι ένα ενισχυτικό υλικό που χρησιμοποιείται στα αλεξίσφαιρα γιλέκα και στα ελαστικά, δημιουργείται μέσω της προηγμένης τεχνολογίας και είναι το ισχυρότερο ανθρωπογενές συνθετικό. Ωστόσο, το νήμα της αράχνης διαθέτει ιδιότητες που είναι πολύ ανώτερες από ότι του Κέβλαρ. Καθώς επίσης μία αράχνη είναι και πολύ ισχυρή, διότι το μετάξι της, μπορεί επίσης να επεξεργαστεί ξανά και να επαναχρησιμοποιηθεί αφού απορριφτεί.

Αν οι επιστήμονες καταφέρουν να αναπαράγουν τις εσωτερικές διεργασίες που λαμβάνουν χώρα στο εσωτερικό της αράχνης και η αναδίπλωση των πρωτεϊνών μπορέσει να γίνει άψογα, και αν μετά, προστεθεί η γενετική πληροφορία ύφανσης υλικού, τότε θα είναι δυνατόν να παραχθεί βιομηχανικά μετάξι, βάση θεμάτων με πάρα πολλές ειδικές ιδιότητες.

Ως εκ τούτου, μπορούμε να σκεφτούμε πως αν το νήμα της αράχνης και η υφαντική διαδικασία μπορέσει να γίνει κατανοητή, τότε το επίπεδο της επιτυχίας στην κατασκευή των τεχνητών υλικών θα βελτιωθεί.

**Ο μηχανισμός για την παραγωγή νήματος σε μια αράχνη είναι ανώτερος από οποιαδήποτε μηχανήμα κλωστοϋφαντουργίας :**

Οι αράχνες παράγουν μετάξι με διαφορετικά χαρακτηριστικά για διαφορετικούς σκοπούς. Η *Diatrematus* για παράδειγμα, μπορεί να χρησιμοποιήσει αδένες μεταξιού της, για να παράγει επτά διαφορετικούς τύπους μεταξιού - παρόμοιο με τις τεχνικές παραγωγής των σύγχρονων κλωστοϋφαντουργικών μηχανών (εικόνα 1-24). Ωστόσο, αυτές οι μηχανές, λόγω του τεράστιου μεγέθους τους δεν μπορούν να συγκριθούν με τα λίγα κυβικά χιλιοστά του οργάνου που παράγει το μετάξι στην αράχνη. Ένα άλλο χαρακτηριστικό του μεταξιού της, είναι ο τρόπος με τον οποίο η αράχνη μπορεί να το ανακυκλώνει, αφού είναι σε θέση να παράγει νέο νήμα, καταναλώνοντας τον κατεστραμμένο ιστό.



Εικόνα 1-24.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### Ο ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΤΑ ΦΥΤΑ ΚΑΙ ΣΤΗ ΒΙΟΜΙΜΗΤΙΚΗ

Η τεχνολογία οπτικών ινών, η οποία έχει αρχίσει πρόσφατα να απασχολεί πολλούς, χρησιμοποιεί καλώδια που μπορούν να εκπέμπουν φως και υψηλής χωρητικότητας πληροφορίες. Τι θα γινόταν αν κάποιος σας έλεγε ότι τα έμβια όντα έχουν χρησιμοποιήσει αυτήν την τεχνολογία για εκατομμύρια χρόνια; Πρόκειται για οργανισμούς που γνωρίζετε πολύ καλά, την υψηλή σχεδιάσή τους όμως πάρα πολλοί άνθρωποι δεν την ξεετάζουν ποτέ - τα φυτά.

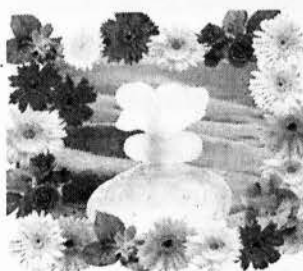
Η φωτοσύνθεση είναι η διαδικασία κατά την οποία τα πράσινα φυτά μετατρέπουν το φως σε υδατάνθρακες τους οποίους τα ανθρώπινα όντα και τα ζώα μπορούν να καταναλώσουν. Ίσως εκ πρώτης όψεως, αυτή η περιγραφή να μην φαίνεται πολύ αξιόλογη, ωστόσο οι βιοχημικοί πιστεύουν ότι η τεχνητή φωτοσύνθεση θα μπορούσε να αλλάξει εύκολα ολόκληρο τον κόσμο.

Τα φυτά πραγματοποιούν τη φωτοσύνθεση, μέσω μιας σύνθετης σειράς γεγονότων. Η ακριβής φύση αυτών των διεργασιών είναι ακόμη ασαφής. Αυτό το χαρακτηριστικό και μόνο είναι αρκετό για να φιμώσει τους υποστηρικτές της θεωρίας της εξέλιξης. Ο καθηγητής Ali Demirsoy περιγράφει πολύ καλά το δίλημμα για τους επιστήμονες στην θεωρία της εξέλιξης:

*Η φωτοσύνθεση είναι μια αρκετά περίπλοκη περίπτωση και φαίνεται αδύνατο να αναδυθεί στα οργανίδια μέσα στο κύτταρο. Αυτό οφείλεται στο ότι είναι αδύνατον για όλα τα στάδια να έρθουν αμέσως, και άσκοπο να έρθουν χωριστά. (18)*

Τα φυτά που παγιδεύουν το φως του ήλιου στα φυσικά ηλιακά μέρη των κυττάρων είναι γνωστά ως χλωροπλάστες (εικόνα 2-1). Με τον ίδιο τρόπο, αποθηκεύουμε σε μπαταρίες την ενέργεια που παίρνουμε από τους τεχνητούς ηλιακούς συλλέκτες, που μετατρέπουν το φως σε ηλεκτρική ενέργεια.

Η χαμηλή ισχύς εξόδου ενός φυτικού κυττάρου απαιτεί τη χρήση πολλών «Πάνελ», με τη μορφή φύλλων. Είναι αρκετό για τα φύλλα, σαν ηλιακά πάνελ, να αντιμετωπίσουν τον ήλιο προκειμένου να ικανοποιηθούν οι ενεργειακές ανάγκες των ανθρώπων. Όταν οι λειτουργίες των χλωροπλάστων αναπαραχθούν πλήρως,



μικροσκοπικές ηλιακές μπαταρίες θα είναι σε θέση να λειτουργήσουν με τον εξοπλισμό που απαιτεί πολλή ενέργεια. Διαστημικά οχήματα και τεχνητοί δορυφόροι θα είναι σε θέση να λειτουργούν με τη χρήση ηλιακής ενέργειας και μόνο, χωρίς ανάγκη για οποιαδήποτε άλλη πηγή ενέργειας.

*Εικόνα 2-1.*

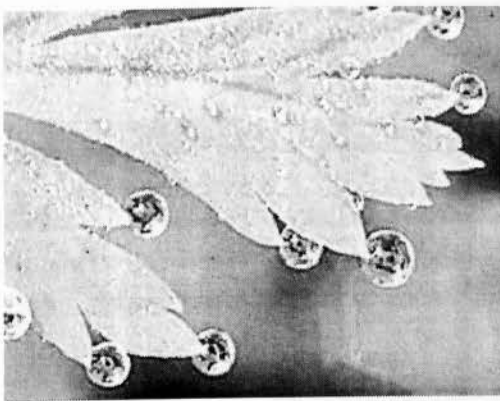
Αυτό που η ανθρωπότητα πρέπει να μάθει από τα φυτά δεν περιορίζεται στα ηλιακά κύτταρα. Τα φυτά ανοίγουν πολλούς νέους ορίζοντες, από τις κατασκευές στη βιομηχανία αρωμάτων. Χημικοί μηχανικοί που παράγουν αποσμητικά και σαπούνια προσπαθούν τώρα να παράγουν όμορφα αρώματα στο εργαστήριο μιμούμενοι τις μυρωδιές των λουλουδιών. Οι μυρωδιές που παράγονται από πολλούς διάσημους οίκους, όπως οι Christian Dior, Jacques Fath, Pierre Balmain, περιέχουν φυτικά αποστάγματα που βρίσκονται στη φύση.

### Προστατευόμενες επιφάνειες :

Κάθε επιφάνεια μπορεί να καταστραφεί από τη βρωμιά, ή ακόμα και από το έντονο φως. Αυτός είναι ο λόγος που οι επιστήμονες έχουν αναπτύξει γυαλιστικά επίπλων και αυτοκινήτων, και υγρά για να μπλοκάρουν τις υπεριώδεις ακτίνες και να προστατεύουν από ενδεχόμενη φθορά.

Επίσης, στη φύση, τα ζώα και τα φυτά παράγουν στα δικά τους κύτταρα μια ποικιλία από ουσίες για να προστατεύουν τις εξωτερικές τους επιφάνειες από εξωτερικές ζημιές. Οι πολύπλοκες χημικές ενώσεις που παράγονται από τα σώματα των έμβιων καταπλήσσουν τους επιστήμονες, και οι σχεδιαστές προσπαθούν να μιμηθούν πολλά παραδείγματα (εικόνα 2-2).

Η επίστρωση ξύλινων επιφανειών είναι σημαντική για την προστασία τους από τη βρωμιά και τη φθορά, κυρίως από το νερό, το οποίο μπορεί να εισέλθει και να σαπίσει το μαλακό ξύλο. Αλλά ξέρατε ότι οι πρώτες επικαλύψεις ξύλου έγιναν από φυσικά έλαια και εκκρίσεις εντόμων;



Εικόνα 2-2.

Οι εξωτερικές επιφάνειες των φύλλων καλύπτονται από μια λεπτή, γυαλισμένη επίστρωση που στεγανοποιεί το φυτό. Η προστασία αυτή είναι απαραίτητη επειδή το διοξείδιο του άνθρακα, το οποίο τα φυτά απορροφούν από τον αέρα και είναι απαραίτητο για την επιβίωσή τους, βρίσκεται μεταξύ των κυττάρων των φύλλων. Αν αυτά τα διαστήματα μεταξύ των κυττάρων γέμιζαν με βρόχινο νερό, το επίπεδο του διοξειδίου του άνθρακα θα

μειωνόταν και η διαδικασία της φωτοσύνθεσης, που είναι απαραίτητη για την επιβίωση των φυτών, θα επιβραδυνόταν. Όμως χάρη σε αυτό το λεπτό στρώμα στην επιφάνεια των φύλλων τους, τα φυτά είναι σε θέση να μεταφέρουν τη φωτοσύνθεση χωρίς δυσκολία.

Πολλές προστατευτικές ουσίες που χρησιμοποιούνται στην καθημερινή ζωή μας, στην πραγματικότητα χρησιμοποιούνταν πολύ πιο πριν στη φύση από τα έμβια όντα. Το βερνίκι ξύλου είναι μόνο ένα παράδειγμα. Τα σκληρά κελύφη των εντόμων τα προστατεύουν επίσης από το νερό και από βλάβες στο εξωτερικό.

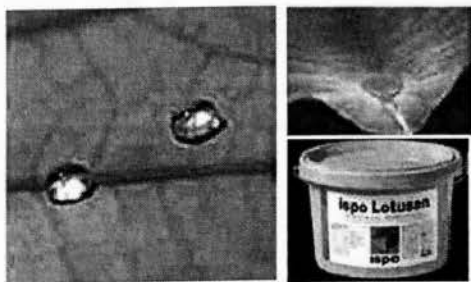
Τα κελύφη των εντόμων και οι εξωτερικοί σκελετοί ενισχύονται από μια πρωτεΐνη που ονομάζεται sclerotin, καθιστώντας τα μία από τις σκληρότερες επιφάνειες στο φυσικό κόσμο. Επιπλέον, η προστατευτική χιτίνη που καλύπτει ένα έντομο ποτέ δε χάνει το χρώμα και τη φωτεινότητα του. (19)

Είναι σαφές ότι, λαμβάνοντας υπόψη όλα αυτά, οι επιχειρήσεις κατασκευής συστημάτων που συνηθίζουν να καλύπτουν και να προστατεύουν τις εξωτερικές επιφάνειες θα είναι πολύ πιο αποτελεσματικές εάν έχουν μια σύνθεση παρόμοια με εκείνη που βρίσκεται στα έντομα.

### **Ο συνεχώς αυτό-καθαριζόμενος λωτός :**

Το φυτό του λωτού (ένα λευκό νούφαρο) μεγαλώνει στο βρώμικο, λασπώδη πυθμένα των λιμνών, αλλά παρ'όλα αυτά, τα φύλλα του είναι πάντα καθαρά. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι όποτε το μικρότερο σωματίδιο σκόνης προσγειώνεται πάνω στο φυτό, αμέσως το φύλλο κυματίζεται, κατευθύνοντας τα σωματίδια σκόνης σε ένα συγκεκριμένο σημείο.

Οι σταγόνες της βροχής που πέφτουν πάνω στα φύλλα στέλνονται στην ίδια θέση, έτσι ώστε η βρωμιά να διώχνεται μακριά. Αυτή η ιδιότητα του λωτού οδήγησε τους ερευνητές στο να σχεδιάσουν μία νέα οικοδομική βαφή. Οι ερευνητές άρχισαν να εργάζονται για το πώς θα αναπτύξουν χρώματα που θα καθαρίζονται στη βροχή, με τον ίδιο τρόπο που καθαρίζονται τα φύλλα λωτού. Ως αποτέλεσμα της έρευνας αυτής, μια γερμανική εταιρεία με την επωνυμία ISPO παρήγαγε μία επώνυμη βαφή Lotusan. Στην αγορά της Ευρώπης και της Ασίας, το προϊόν, έφτασε με μια εγγύηση ότι θα μείνει καθαρό για πέντε χρόνια χωρίς απορρυπαντικά ή αμμοβολή.

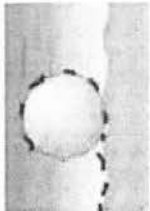


Ένα φύλλο νούφαρου με νερό

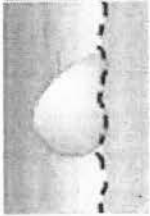
Εικόνα 2-3.

Κατά τη διάρκεια της μικροσκοπικής του έρευνας, ο Δρ Wilhelm Barthlott στο Πανεπιστήμιο του Bonn συνειδητοποίησε ότι τα φύλλα που απαιτούν τον ελάχιστο καθαρισμό

ήταν εκείνα με τις πιο σκληρές επιφάνειες. Στην επιφάνεια του φύλλου του λωτού, ο Δρ Barthlott βρήκε μικροσκοπικά σημεία, σαν ένα κρεβάτι καρφιών. Όταν ένας κόκκος σκόνης ή βρωμιάς πέφτει επάνω στο φύλλο, το ταλαντεύει επισφαλώς σε αυτά τα σημεία. Όταν ένα σταγονίδιο νερού κυλά σε αυτά τα μικροσκοπικά σημεία, παίρνει τον κόκκο και τον μεταφέρει μακριά. Με άλλα λόγια, ο λωτός έχει φύλλα αυτό-καθαρισμού. Αυτό το χαρακτηριστικό έχει εμπνεύσει τους ερευνητές για την παραγωγή μίας οικοδομικής βαφής που ονομάζεται LOTUSAN, εγγυημένα να παραμείνει καθαρή για πέντε χρόνια.



Πώς μια σταγόνα βροχής καθαρίζει ένα φύλλο νούφαρου.



Η επίδραση της βροχής σε μια κανονική επιφάνεια.



Η επίδραση των σταγόνων της βροχής στο εξωτερικό ενός κτιρίου που καλύπτεται από Lotusan.

#### Τα φυτά και ο νέος σχεδιασμός αυτοκινήτων :



Κατά το σχεδιασμό του νέου της μοντέλου ZIC (Zero Impact Car) (εικόνα 2-5), η Fiat Motor Company αντέγραψε τον τρόπο με τον οποίο τα δέντρα και οι θάμνοι χωρίζονται σε κλάδους. Οι σχεδιαστές έχτισαν ένα μικρό κανάλι κατά μήκος του αυτοκινήτου, με παρόμοιο τρόπο όπως στο στέλεχος του φυτού, και τοποθέτησαν στο κανάλι μπαταρίες για να δώσουν στο αυτοκίνητο την ενέργεια που απαιτείται. Τα καθίσματα του αυτοκινήτου εμπνεύστηκαν από το φυτό στην εικόνα 2-4 και, όπως ακριβώς στο κανονικό φυτό, τα καθίσματα ήταν άμεσα συνδεδεμένα με το κανάλι. Η οροφή του αυτοκινήτου χαρακτηριζόταν από μια δομή κηρήθρας παρόμοια με εκείνη των φυκιών. Η δομή αυτή έκανε το ZIC τόσο φωτεινό και δυνατό. (20)

Εικόνα 2-4.

Σε έναν τομέα όπως η τεχνολογία της αυτοκινητοβιομηχανίας που ελεύθερα εμφανίζει τις τελευταίες καινοτομίες, ένα απλό φυτό, που ζει στη φύση, από την πρώτη κιόλας μέρα που τέθηκε σε λειτουργία πριν από χιλιάδες χρόνια, αποτέλεσε για τους μηχανικούς και τους σχεδιαστές μια πηγή έμπνευσης. Οι εξελικτικοί-που υποστηρίζουν ότι η ζωή προήλθε από την τύχη και των οποίων το σχήμα αναπτύχθηκε με το πέρασμα του χρόνου, πάντα κινούμενο προς την κατεύθυνση της βελτίωσης-βρίσκουν αυτό και άλλα παρόμοια γεγονότα δύσκολο να τα αποδεχθούν.



*Εικόνα 2-5.*

### **Φυτά που εκπέμπουν σήματα συναγερμού :**

Σχεδόν ο καθένας φαντάζεται ότι τα φυτά δεν είναι σε θέση να καταπολεμήσουν τον κίνδυνο, γι' αυτό και γίνονται εύκολα τροφή για τα έντομα, τα φυτοφάγα, και άλλα ζώα. Ωστόσο, η έρευνα έχει δείξει ότι, αντιθέτως, τα φυτά χρησιμοποιούν εκπληκτικές τακτικές για να αποκρούουν, ακόμη και να ξεπερνούν τους εχθρούς τους. Για να διατηρήσουν στον κόλπο τα έντομα που μασάνε φύλλα, τα φυτά μερικές φορές παράγουν επιβλαβείς χημικές ουσίες και σε μερικές περιπτώσεις, χημικά προϊόντα για να προσελκύσουν άλλα αρπακτικά ζώα ώστε να κατασπαράξουν τα πρώτα (εικόνα 2-6). Και οι δύο τακτικές είναι αναμφίβολα πολύ έξυπνες.

Στον τομέα της γεωργίας, στην πραγματικότητα, οι προσπάθειες συνεχίζονται για να μιμηθούν αυτήν την πολύ χρήσιμη στρατηγική άμυνα. Ο Jonathan Gershenzon, ερευνώντας τη γενετική της άμυνας των φυτών στο Max Planck Institute της Γερμανίας για τη Χημική Οικολογία, πιστεύει ότι αν αυτή η έξυπνη στρατηγική μπορεί να βρει μιμητές σωστά, τότε στο μέλλον, θα μπορούσαν να δημιουργηθούν μη τοξικές μορφές γεωργικού ελέγχου παρασίτων. **(21)**

Όταν προσβληθούν από παράσιτα, ορισμένα φυτά απελευθερώνουν πτητικές οργανικές χημικές ουσίες που προσελκύουν αρπακτικά και παράσιτα, τα οποία γεννούν τα αυγά τους μέσα στο ζωντανό σώμα των παρασίτων. Οι προνύμφες που εκκολάπτονται στο εσωτερικό των παρασίτων μεγαλώνουν καθώς τρέφονται στο εσωτερικό του παρασίτου. Αυτή η έμμεση στρατηγική εξαλείφει έτσι επιβλαβείς οργανισμούς που ίσως βλάψουν την καλλιέργεια.



Εικόνα 2-6.

### Σχεδιασμός Οπτικών Ινών στα βάθη των ωκεανών :

Το *Rossella racovitzae* (εικόνα 2-7), ένα είδος θαλάσσιου σφουγγαριού, διαθέτει ένα καθοδηγητικό φως όπως και οι οπτικές ίνες, το οποίο φυσικά απασχόλησε την τελευταία λέξη της τεχνολογίας. Οι οπτικές ίνες μπορούν να μεταφέρουν άμεσα μεγάλες ποσότητες πληροφοριών που κωδικοποιούνται ως παλμοί φωτός, σε τεράστιες αποστάσεις. Η εκπομπής φωτός λέιζερ κάτω από ένα καλώδιο οπτικών ινών καθιστά την επικοινωνία αφάνταστα μεγαλύτερη από ό, τι με καλώδια από συνηθισμένα υλικά. Στην πραγματικότητα, ένα σκέλος όχι παχύτερο από μια τρίχα, που περιέχει 100οπτικές ίνες, μπορούν να μεταδώσουν 40.000 διαφορετικά κανάλια ήχου.

Στην πραγματικότητα, ένα σκέλος όχι παχύτερο από μια τρίχα, που περιέχει 100οπτικές ίνες, μπορεί να μεταδώσει 40.000 διαφορετικά κανάλια ήχου. Αυτό το είδος σφουγγαριού που ζει στο κρύο, στα σκοτεινά βάθη της Ανταρκτικής θάλασσας είναι εύκολα σε θέση να συλλέγει το φως που απαιτείται για τη φωτοσύνθεση χάρη στις αγκαθωτού σχήματος προεξοχές των οπτικών ινών, και είναι μία πηγή φωτός για τον περιβάλλοντα χώρο. Αυτό δίνει τη δυνατότητα τόσο στο ίδιο το σφουγγάρι όσο

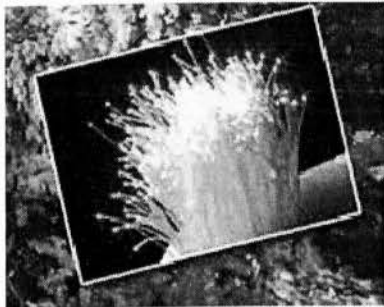
και στα άλλα έμβια όντα που επωφελούνται από την ικανότητά της, να συλλέγουν και να διαβιβάζουν φως για να επιβιώσουν. Μονοκύτταρα φύκια προσκολλώνται στο σφουγγάρι και λαμβάνουν από αυτό, το φως που χρειάζονται για να επιβιώσουν.



**Rossella racovitzae**

*Εικόνα 2-7.*

Οι οπτικές ίνες (εικόνα 2-8) είναι μία από τις πιο προηγμένες τεχνολογίες των τελευταίων ετών. Ιάπωνες μηχανικοί χρησιμοποιούν αυτή την τεχνολογία για τη μετάδοση ηλιακών ακτινών σε εκείνα τα τμήματα των ουρανοξυστών που δεν λαμβάνουν άμεσο φως. Γιγαντιαίοι φακοί που τοποθετούνται στη στέγη ενός ουρανοξύστη ελκύουν τις ακτίνες του ήλιου στα άκρα των πομπών των οπτικών ινών, οι οποίοι έπειτα στέλνουν το φως ακόμη και στις σκοτεινότερες περιοχές των κτιρίων.



**Optical fibers**

*Εικόνα 2-8.*

Αυτό το σφουγγάρι ζει σε κάποιο βάθος 100 με 200 μέτρα, στα ανοικτά των ακτών του Ανταρκτικού Ωκεανού, κάτω από παγόβουνα όπου υπάρχει σχεδόν απόλυτο σκοτάδι. Το φως του ήλιου είναι υψίστης σημασίας για την επιβίωσή της. Το πλάσμα καταφέρνει να λύσει αυτό το πρόβλημα μέσω οπτικών ινών που συλλέγουν ηλιακό φως με τον πλέον αποτελεσματικό τρόπο.

Οι επιστήμονες είναι έκπληκτος που ένα έμβιο ον μπορούσε να χρησιμοποιεί την αρχή των οπτικών ινών, που χρησιμοποιείται από τις βιομηχανίες υψηλής τεχνολογίας, σε ένα τέτοιο περιβάλλον για τα τελευταία 600 εκατομμύρια χρόνια. Η Ann M. Mescher, μηχανολόγος μηχανικός και ειδικός στις πολυμερείς ίνες στο Πανεπιστήμιο της Ουάσιγκτον, το εκφράζει σε αυτούς τους όρους:

*Είναι συναρπαστικό το γεγονός ότι υπάρχει ένα πλάσμα που παράγει αυτές τις ίνες, σε χαμηλή θερμοκρασία με αυτές τις μοναδικές μηχανικές ιδιότητες και αρκετά καλές οπτικές ιδιότητες. (22)*

Ο Brian D. Flinn, επιστήμονας υλικών του Πανεπιστημίου της Ουάσιγκτον, περιγράφει την ανώτερη δομή σε αυτό το σφουγγάρι:

*Δεν είναι κάτι που πρόκειται να τεθεί σε λειτουργία στις τηλεπικοινωνίες στα επόμενα δύο ή τρία χρόνια. Είναι κάτι που θα μπορούσε να βρίσκεται 20 χρόνια μακριά. (23)*

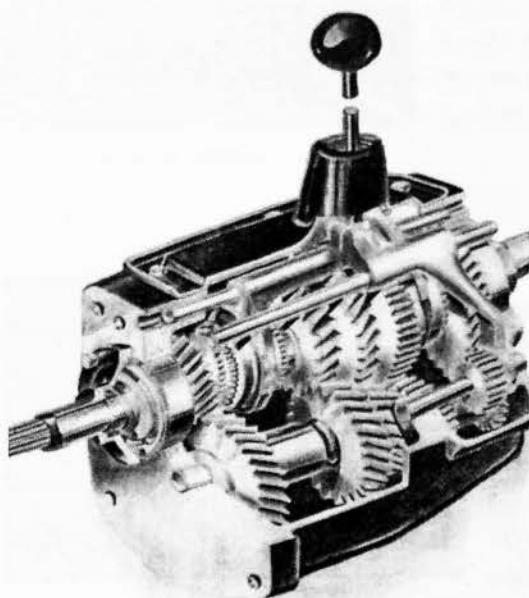


### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.

## ΚΙΒΩΤΙΑ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ ΚΑΙ ΤΖΕΤ

### ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ ΣΤΗ ΦΥΣΗ

Εικόνα 3-1.



Όλοι όσοι ενδιαφέρονται για τα μηχανοκίνητα οχήματα, γνωρίζουν τη σημασία των κιβωτίων ταχυτήτων (εικόνα 3-1) και των τζετ κινητήρων. Λίγοι, όμως, γνωρίζουν ότι υπάρχουν κιβώτια ταχυτήτων και τζετ κινητήρες στη φύση, τα οποία διαθέτουν πολύ ενδιαφέροντα σχέδια σε σχέση με εκείνα που χρησιμοποιούνται από τον άνθρωπο.

Τα κιβώτια ταχυτήτων μας επιτρέπουν να αλλάζουμε ταχύτητες στο όχημά μας, έτσι ώστε ο κινητήρας να χρησιμοποιείται πιο αποτελεσματικά. Τα Φυσικά κιβώτια εργάζονται σύμφωνα με τις ίδιες αρχές όπως και στα αυτοκίνητα. Οι

μύγες, για παράδειγμα, χρησιμοποιούν ένα φυσικό κιβώτιο ταχυτήτων που παρέχει ένα τριών -ταχυτήτων κιβώτιο, που συνδέονται με τα φτερά τους. Χάρη σε αυτό το σύστημα, μια μύγα μπορεί στιγμιαία να επιταχύνει ή να επιβραδύνει χτυπώντας τα φτερά της στην επιθυμητή ταχύτητα, εβρισκόμενη στον αέρα. (24)

Στα αυτοκίνητα, υπάρχει τουλάχιστον τεσσάρων - ταχυτήτων κιβώτιο, που χρησιμοποιείται για τη μετάδοση της ισχύος από τον κινητήρα στους τροχούς. Είναι δυνατόν να οδηγήσουμε ομαλά μόνο όταν το κιβώτιο ταχυτήτων χρησιμοποιείται διαδοχικά, από χαμηλή ταχύτητα δηλαδή σε υψηλή και πάλι πίσω. Σε αντίθεση με τα κιβώτια ταχυτήτων των αυτοκινήτων, τα οποία είναι βαριά και καταλαμβάνουν πολύ χώρο, ο μηχανισμός των μυγών καταλαμβάνει μόνο μερικά κυβικά χιλιοστά. Χάρη στο πολύ πιο λειτουργικό τους μηχανισμό, οι μύγες μπορούν να χτυπήσουν τα φτερά τους με ευκολία.

Το καλαμάρι, το χταπόδι και ο ναντίλος, χρησιμοποιούν μία προωθητική δύναμη, παρόμοια με την αρχή που χρησιμοποιείται στους κινητήρες τζετ. Για να καταλάβουμε πόσο αποτελεσματική είναι η δύναμη αυτή, μπορούμε να πάρουμε ως

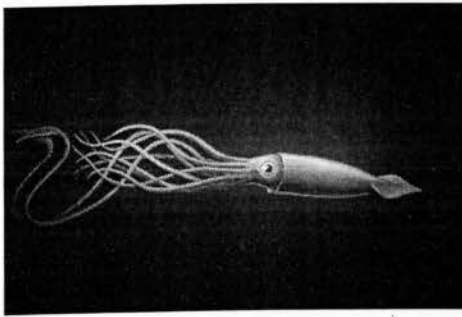
παράδειγμα το είδος των καλαμαριών *Loligo vulgaris*, τα οποία μπορούν να ταξιδέψουν στο νερό με ταχύτητα 32 χιλιομέτρων την ώρα (20 μίλια). (25)

Εικόνα 3-2.



πετάξει προς τα εμπρός.

Εικόνα 3-4.



Το καλαμάρι (εικόνα 3-4) χρησιμοποιεί μια φόρμα για το προωθητικό του σύστημα παρόμοια με τα αεριωθούμενα. Το σώμα του καλαμαριού περιέχει δύο ανοιχτούς χώρους, που μοιάζουν με τσέπες. Το νερό που λαμβάνεται από αυτές, μαζεύεται σε μια ισχυρή ελαστική τσάντα συσπασμένων μυών. Σε αυτή την τσάντα βρίσκεται ένα ακροφύσιο, που δείχνει προς τα πίσω. Η σύσπαση των μυών αποβάλλει το νερό από το ακροφύσιο, με μεγάλη ταχύτητα. Το ζώο μπορεί να φτάσει ταχύτητες μέχρι και 32 χλμ (20 μίλια) την ώρα, ώστε να αποφύγει τα αρπακτικά ζώα, μερικές φορές ακόμα και πηδώντας έξω από το νερό και πάνω στα καταστρώματα των πλοίων.

Εικόνα 3-5.



Γνωστή από την επιστημονική ονομασία της *Ecballium elaterium* (εικόνα 3-5), ή αλλιώς πικραγγουριά διασκορπίζει τους σπόρους των φρούτων του με μια ξαφνική έκρηξη. Όπως τα φρούτα ωριμάζουν, γεμίζουν με ένα γλοιώδες χυμό, το οποίο σταδιακά δημιουργεί πίεση. Από τη συγκέντρωση της εσωτερικής πίεσης, οι σπόροι ωθούνται με μια αρχική ταχύτητα 56 χιλιομέτρων ανά ώρα (35 μίλια).

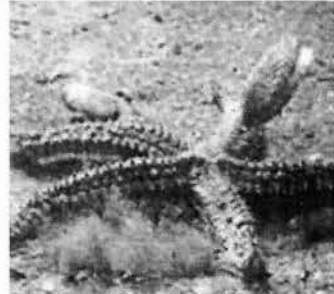
Ο ναυτίλος είναι πολύ καλό παράδειγμα για αυτήν τη περίπτωση. Μοιάζει με χταπόδι, και μπορεί να συγκριθεί με ένα κινητήρα τζετ ενός πλοίου. Παίρνει νερό διαμέσου ένας σωλήνα που βρίσκεται κάτω από το κεφάλι του και στη συνέχεια

εκτοξεύει το νερό προς τα έξω. Ενώ το νερό ταξιδεύει προς μία κατεύθυνση, ο ναυτίλος προωθείτε προς την άλλη.

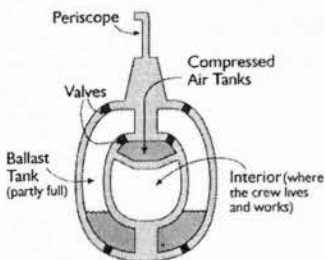
Ένα άλλο σημαντικό χαρακτηριστικό τους είναι, πως οι φυσικοί κινητήρες τους, δεν προσβάλλονται από την υψηλή πίεση της βαθιάς θάλασσας. Επίσης, τα συστήματα που τους επιτρέπουν να κινηθούν είναι τόσο σιωπηλά όσο και εξαιρετικά ελαφριά. Στην πραγματικότητα, η σχεδίαση του ναυτίλου χρησιμεύει ως πρότυπο για τα υποβρύχια.

Εικόνα 3-6.

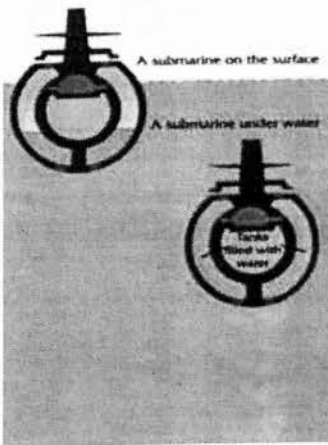
Όταν τα χτένια απειλούνται από τους αστερίες (εικόνα 3-6), ξαφνικά κλείνουν τα δύο μισά του κελύφους τους. Αποβάλλουν κατά αυτόν τον τρόπο, μια αρκετή ποσότητα νερού και ωθείται στο να μετακινηθεί προς τα μπρος, κάτι αντίστοιχο με την αέριο-προώθηση.



### 100 – Εκατομμυρίων - Ετών Τεχνολογία κάτω από τη θάλασσα :



Submarine (cross section)



Εικόνα 3-7α.

Όταν ένα υποβρύχιο γεμίζει τα έρμα των δεξαμενών του με νερό, το πλοίο γίνεται βαρύτερο από το νερό και βυθίζεται προς τα κάτω (εικόνα 3-7). Όταν το νερό στις δεξαμενές αδειάζει με τη βοήθεια πεπιεσμένου αέρα, τότε το υποβρύχιο μπορεί να ανεβεί στην επιφάνεια. Ο ναυτίλος χρησιμοποιεί την ίδια τεχνική. Στο σώμα του υπάρχει ένα 19 εκατοστών σπειροειδές όργανο, σαν το κέλυφος ενός σαλιγκαριού, μέσα στο οποίο συνδέονται «καταδυτικοί» θάλαμοι. Για να αδειάζει τώρα το νερό, επίσης χρειάζεται συμπιεσμένο αέρα, αλλά ας δούμε τι γίνεται όταν ο ναυτίλος δε βρίσκει τον αέρα που χρειάζεται.

Εικόνα 3-7β.

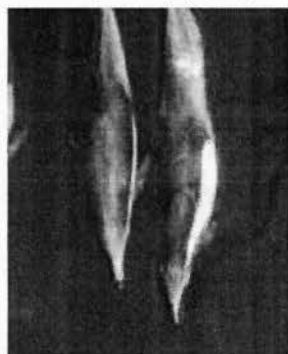


Με βιοχημικά μέσα ο ναυτίλος παράγει αέριο μέσα στο σώμα του και το χρησιμοποιεί στους θαλάμους, αποβάλλοντας έτσι νερό για να ρυθμίσει τη πλευστότητά του. Αυτό τον βοηθά να καταδύεται ή να ανεβαίνει στην επιφάνεια όταν κυνηγά ή όταν τον κυνηγούν. Ένα υποβρύχιο μπορεί μόνο να αποτολμήσει βύθιση με ασφάλεια σε βάθος περίπου 400 μέτρων (1310 πόδια), ενώ ο ναυτίλος μπορεί εύκολα να κατέβει σε βάθος 450 μέτρων (1.500 πόδια). (26)

Για να βουτήξουν ή να ανέλθουν στην επιφάνεια τα υποβρύχια χρησιμοποιούν ειδικές θήκες που εξυπηρετούν τον ίδιο σκοπό όπως και εκείνες του Ναυτίλου. Όταν αυτού οι θάλαμοι (δεξαμενές), πληρωθούν με αέρα, το υποβρύχιο επιπλέει. Όταν ο αέρας αντικατασταθεί με νερό, τότε βυθίζεται. Ο αριθμός των δεξαμενών που έχει πληρωθεί με νερό, καθορίζει το υποβρύχιο βάθος στο οποίο το υποβρύχιο θα κινηθεί.

Ένα τέτοιο βάθος είναι πολύ επικίνδυνο για πολλά ζώα πλάσματα. Όμως πέρα αυτού, ο ναυτίλος μένει ανεπηρέαστος, το κέλυφός του δεν συνθλίβεται από την πίεση, και το σώμα του δεν υπόκειται σε καμία ζημιά.

Οι τεχνικές της υποβρύχιας κατάδυσης μοιάζουν με εκείνες των ψαριών, τα οποία είναι σε θέση να ελέγχουν την πυκνότητά τους, προκειμένου να ανέλθουν στην επιφάνεια ή να καταδυθούν στο βυθό (εικόνα 3-8). Στο σώμα τους, τα οστεώδη ψάρια, έχουν μία ουροδόχο κύστη (κολυμβητικής), η οποία τους δίνει τη δυνατότητα της πλευσης. Όταν αέρας προστίθεται στην « κολυμβητική» κύστη, διαχεόμενος μέσω των αιμοφόρων αγγείων, μέσα στην ουροδόχο κύστη, μικραίνει ολοένα την πυκνότητά τους. Με την αλλαγή της έντασης του αέρα στη ουροδόχο κύστη, η πυκνότητα του ψαριού μπορεί να γίνει ίση με αυτή του νερού σε ένα συγκεκριμένο βάθος.



Εικόνα 3-8.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΩΝΤΑΣ ΚΥΜΑΤΑ ΚΑΙ ΔΟΝΗΣΕΙΣ

Ο ήχος κινείται μέσω του αέρα και του νερού, στη μορφή των κυμάτων, τα οποία αναπηδούν προς πίσω αν χτυπήσουν ένα αντικείμενο. Εάν διαθέτεις την απαραίτητη τεχνολογία και γνώση, αυτά τα κύματα που ανακάλυπτονται μπορούν να παρέχουν πολλές πληροφορίες για το σώμα που αντιμετωπίζουν, όπως η απόστασή του από την πηγή, το μέγεθός του, και η κατεύθυνση και ταχύτητα της κίνησής του.

Αυτή η τεχνολογία για τον εντοπισμό αντικειμένων μέσω του ήχου και των κυμάτων πίεσης αναπτύχθηκε τον 20ο αιώνα, στην πραγματικότητα για στρατιωτικούς σκοπούς. Αλλά σήμερα, χρησιμοποιείται επίσης για τον εντοπισμό βυθισμένων πλοίων και για τη χαρτογράφηση του πυθμένα του ωκεανού. Ωστόσο, εκατομμύρια χρόνια πριν, πολύ πριν ο άνθρωπος ανακαλύψει την τεχνολογία αυτή, έμβια όντα στη φύση χρησιμοποιούσαν τα ηχητικά κύματα που άπλωναν γύρω τους, προκειμένου να επιβιώσουν.

Τα δελφίνια, οι νυχτερίδες, τα ψάρια και οι σκώροι κατείχαν όλα αυτό το σύστημα, γνωστό ως σόναρ (ραντάρ), από τότε που δημιουργήθηκαν. Επιπλέον, τα συστήματά τους είναι πολύ πιο ευαίσθητα και λειτουργικά από εκείνα που απασχολούν τον άνθρωπο σήμερα.

**Το ραντάρ των νυχτερίδων υπερβαίνει κατά πολύ τα όρια της ανθρώπινης τεχνολογίας :**

Το Υπουργείο Άμυνας των ΗΠΑ έθεσε σε εφαρμογή τις αρχές του ραντάρ των νυχτερίδων στο δικό της σύστημα ηχο-εντοπισμού, μία απαραίτητη μέθοδος για τον εντοπισμό υποβρυχίων κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας. Σύμφωνα με ένα δημοσίευμα στο Science, ένα από τα καλύτερα και πιο γνωστά περιοδικά της Αμερικής, το Υπουργείο Άμυνας αναίρεσε ένα ειδικό κονδύλιο για να πληρώσει για αυτό το έργο.

Είναι γνωστό εδώ και καιρό ότι οι νυχτερίδες χρησιμοποιούν το σύστημα ήχο-εντοπισμού τους για να βρουν τον δρόμο τους μέσα στο απόλυτο σκοτάδι. Πρόσφατα, οι ερευνητές έχουν αποκαλύψει νέα μυστικά για το πώς το κάνουν. Σύμφωνα με την έρευνα τους, το καφέ εντομοφάγο-νυχτερίδα, *Eptesicus fuscus*, μπορεί να επεξεργαστεί δύο εκατομμύρια επικαλυπτόμενες ηχώ το δευτερόλεπτο. Επιπλέον, μπορεί να αντληφθεί αυτές τις ηχώ με ανάλυση μόνο 0,3 χιλιοστά (1/80th της ίντσας). Σύμφωνα με τα στοιχεία αυτά, το ραντάρ της νυχτερίδας είναι τρεις φορές πιο ευαίσθητο από το ισοδύναμό της δημιουργημένο από τον άνθρωπο. (27)

Οι δεξιότητες πλοήγησης του ραντάρ των νυχτερίδων μας διδάσκει πολλά για το πέταγμα το σκοτάδι. Η έρευνα που διεξάγεται με υπέρυθρες κάμερες θερμικής απεικόνισης και ανιχνευτές υπερήχων παρέχει σημαντικές πληροφορίες σχετικά με το πώς οι νυχτερίδες πετούν τη νύχτα σε αναζήτηση τροφής.

Οι νυχτερίδες μπορούν να αρπάξουν ένα έντομο από τα μέσα του αέρα, όπως το έντομο βγαίνει από το χόρτο. Μερικές νυχτερίδες βυθίζονται σε θάμνους για να συλλάβουν το θήραμά τους. Δεν είναι εύκολο να καταλάβουν το βουητό ενός εντόμου στον αέρα χρησιμοποιώντας μόνο ηχητικά κύματα που αντανακλώνται. Αλλά αν σκεφτεί κανείς ότι το έντομο είναι ανάμεσα στους θάμνους, και τα ηχητικά κύματα αναπηδούν πίσω από όλα τα φύλλα που το περιτριγυρίζουν, θα καταλάβει πόσο εντυπωσιακό έργο εκτελεί όντως η νυχτερίδα.

Σε μια κατάσταση όπως αυτή, οι νυχτερίδες μειώνουν την ένταση του ραντάρ τους, για να προλάβουν τη σύγχυση με τους απόηχους από την περιβάλλουσα βλάστηση. Από μόνη της ακόμη, αυτή η τακτική δεν είναι αρκετή για να μπορέσουν οι νυχτερίδες να αντιληφθούν τα αντικείμενα ξεχωριστά, επειδή πρέπει επίσης να διακρίνουν το χρόνο άφιξης και την κατεύθυνση από τις επικαλυπτόμενες ηχώ. (28)

Επίσης, οι νυχτερίδες χρησιμοποιούν το ραντάρ τους όταν πετούν πάνω από το νερό για να πιουν, και σε ορισμένες περιπτώσεις, για να αιχμαλωτίσουν τη λεία από το έδαφος (εικόνα 4-2). Ο καλύτερος τρόπος για να γίνει ορατή η έμπειρη ευελιξία τους είναι όταν η μία νυχτερίδα κυνηγά μια άλλη. Η κατανόηση του τρόπου που μπορούν να το κάνουν αυτό θα μας επιτρέψει να παράγουμε ένα ευρύ φάσμα τεχνολογικών προϊόντων, ειδικά τον εξοπλισμό ραντάρ πλοήγησης και εντοπισμού.



*Εικόνα 4-1.*

Με τον ιδιαίτερα ανεπτυγμένο τους εξοπλισμό ραντάρ, το πρόγραμμα AWACS (Airborne Warning And Control System) στα αεροσκάφη Boeing 767 (εικόνα 4-1) χρησιμοποιείται για την έγκαιρη προειδοποίηση και τον έλεγχο των στόχων. Το AWACS, αποτελεσματικό στον αέρα και στο έδαφος, μπορεί να εντοπίσει πλοία στην επιφάνεια μόνο και αποτυγχάνει όταν πρόκειται για υποβρύχια κάτω από το νερό (τα οποία είναι αόρατα στο AWACS)

Κατά τον προσδιορισμό υποβρύχιων στόχων, η Greater Bulldog Bat (*Noctilio leporinus*) είναι κατά πολύ ανώτερη από το AWACS. Αυτό το σύστημα ραντάρ νυχτερίδας επιτρέπει το κυνήγι ψαριών. Δεν είναι υπερβολή να σκεφτούμε τη νυχτερίδα σαν ένα είδος προηγμένου πολεμικού αεροπλάνου με έγκαιρες προειδοποιήσεις. Όταν εντοπίζει ένα ψάρι κοντά στην επιφάνεια του νερού, προχωράει σε μια κατάδυση. Στα μεγάλα πόδια της νυχτερίδας, τα οποία είναι ιδανικά σχεδιασμένα για το άρπαγμα των ψαριών, υπάρχουν πολύ κοφτερά, δυνατά νύχια. Καθώς πλησιάζει το θήραμά του, η νυχτερίδα ρίχνει τα πόδια της κάτω από το νερό, όπου τα λεπτά νύχια της δεν συναντούν καμία αντίσταση από το νερό. Αυτά τα μεγάλα, κοφτερά και μυτερά νύχια δίνουν στη νυχτερίδα ένα μεγάλο πλεονέκτημα όταν πρόκειται να πιάσει το θήραμά της.

Μερικά είδη σκόρου είναι σε θέση να μπερδεύουν το σύστημα ανίχνευσης των νυχτερίδων μέσω των υψηλής συχνότητας τριξιμάτων που εκπέμπουν. Αν η νυχτερίδα δεν μπορεί να εντοπίσει το σκόρο, δεν μπορεί να τον πιάσει. (Phil Gates, *Wild Technology*, 53). Το αεροσκάφος EA-6B Prowler που χρησιμοποιείται σήμερα από τον στρατό των ΗΠΑ μιμούνται αυτήν την τακτική του σκόρου. Παρακολουθεί το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα και αρνείται ενεργά την αντίπαλο χρήση των ραντάρ και των επικοινωνιών.



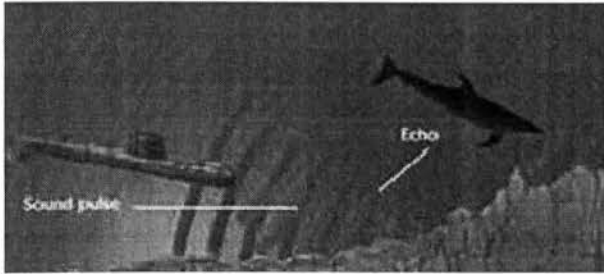
Εικόνα 4-2.

### Τα ηχητικά κύματα των δελφινιών και η τεχνολογία ραντάρ :

Από ένα ειδικό όργανο γνωστό ως το πεπόνι στο κεφάλι του, ένα δελφίνι μπορεί μερικές φορές να παράγει μέχρι 1.200 κλικ το δευτερόλεπτο. Απλά κινώντας το κεφάλι του, αυτό το πλάσμα είναι σε θέση να μεταδίδει τα κύματα προς την κατεύθυνση που επιθυμεί. Όταν τα ηχητικά κύματα χτυπούν ένα αντικείμενο, αντανακλώνονται και επιστρέφουν στο δελφίνι. Οι απόηχοι αντανακλώνονται από το αντικείμενο περνάνε μέσα από την κάτω γνάθο του δελφινιού έως το μέσο αυτί, και από εκεί στον εγκέφαλο. Χάρη στην τεράστια ταχύτητα με την οποία ερμηνεύονται τα δεδομένα αυτά, λαμβάνονται πολύ ακριβείς και ευαίσθητες πληροφορίες. Οι απόηχοι αφήνουν το δελφίνι να καθορίσει την κατεύθυνση κίνησης, την ταχύτητα και το μέγεθος του αντικειμένου που τους αντανακλά. (29)

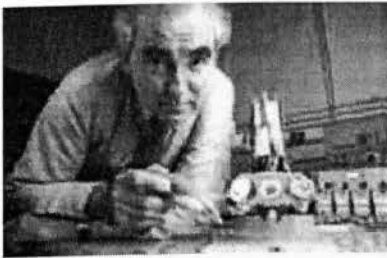
Το ραντάρ του δελφινιού είναι τόσο ευαίσθητο ώστε να μπορεί να εντοπίσει ακόμη και ένα μοναδικό ψάρι μέσα σε ένα ολόκληρο κοπάδι. (30) Μπορεί επίσης διακρίνει δύο ξεχωριστά μεταλλικά νομίσματα, τρία χιλιόμετρα μακριά στο απόλυτο σκοτάδι. (31)

Σήμερα, το μέσο που είναι γνωστό ως SONAR (32) χρησιμοποιείται για να προσδιορίσει στόχους και τις κατευθύνσεις τους για πλοία και υποβρύχια (εικόνα 4-3). Το ραντάρ λειτουργεί ακριβώς στην ίδια αρχή με εκείνη των δελφινιών.



Εικόνα 4-3.

Στο Πανεπιστήμιο του Yale, ένα ρομπότ αναπτύχθηκε για να χρησιμοποιηθεί στην εξερεύνηση νέων περιβαλλόντων. Ένας καθηγητής ηλεκτρικής μηχανικής, ο Roman Kuc εξόπλισε το ρομπότ με ένα ηχοβολιστικό σύστημα μιμούμενο αυτό που χρησιμοποιείται από τα δελφίνια (εικόνα 4-4). Ο καθηγητής Kuc, ο οποίος πέρασε 10 χρόνια δουλεύοντας σε υπερηχητικούς αισθητήρες και στη ρομποτική έρευνα, παραδέχθηκε ότι: «Αποφασίσαμε να ρίξουμε μια πιο προσεκτική ματιά στο πώς ο ήχο-εντοπισμός χρησιμοποιείται στη φύση για να δούμε αν παραλείπουμε κάτι». (33)



Εικόνα 4-4.

Roman Kuc

Φανταστείτε κάποιος να σας έλεγε ότι κάτω από τη θάλασσα, τα κύματα ήχου ταξιδεύουν 1.500 μέτρα το δευτερόλεπτο και μετά σας ζητούσε να υπολογίσετε - αν το υποβρύχιο σας έστελνε ηχητικά κύματα που γύριζαν πίσω σε χρόνο τέσσερα δευτερόλεπτα - πόσο μακριά ήταν το αντικείμενο που τα αντανάκλασε.

Θα υπολογίζατε ότι ήσαστε τρία χιλιόμετρα μακριά. Τα δελφίνια είναι επίσης σε θέση να εκτελούν άνετα παρόμοιους υπολογισμούς, αλλά δε γνωρίζουν ούτε την ταχύτητα με την οποία τα ηχητικά τους κύματα ταξιδεύουν μέσα στο νερό, ούτε πώς να πολλαπλασιάζουν και να διαιρούν (εικόνα 4-8).



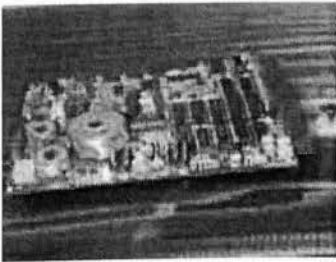
Εικόνα 4-5.

Οι επιστήμονες και οι μηχανικοί έχουν δημιουργήσει διάφορα ρομπότ με βάση τους σχεδιασμούς ραντάρ στη φύση. Ένα από αυτά, το ρομπότ που ονομάζεται Koala» και που κατασκευάστηκε από την εταιρία K-Team, διαθέτει έξι μονάδες ραντάρ και σχεδιάστηκε ως τηλεχειριστήριο για εξερευνητικούς σκοπούς (εικόνα 4-5).



Εικόνα 4-6.

Οι χειριστές που εκπαιδεύονται να ερμηνεύουν τα δεδομένα κάθονται στις κονσόλες των πιο ανεπτυγμένων συστημάτων ραντάρ. Ωστόσο, τα δελφίνια, που διατηρούν οι εξελικτικοί είναι πιο πρωτόγονα από τον άνθρωπο, δεν έχουν καμία ανάγκη για αυτούς τους χειριστές.



Μέρος ενός κυκλώματος ραντάρ

Εικόνα 4-7.



Εικόνα 4-8.

### Το ραντάρ βοηθά άτομα με προβλήματα όρασης :

Ως επιστημονική πρόοδο της έρευνας, ανακαλύπτουμε εκπληκτικές ικανότητες στα έμβια όντα που προσφέρουν λύσεις σε προβλήματα σε πολλούς τομείς της καθημερινής ζωής, από τον χώρο εργασίας μέχρι και στα νοσοκομεία μας. Ο Darcy Winslow, Γενικός Υπεύθυνος Περιβαλλοντικών Επιχειρηματικών Ευκαιριών για τη Nike, εκφράζει αυτή την αλήθεια:

*«Η έκταση στην οποία ο φυσικός κόσμος μπορεί να παρέχει τεχνολογικές λύσεις για τους τύπους των χαρακτηριστικών των επιδόσεων του προϊόντος που πρέπει να παρέχουμε είναι ουσιαστικά απεριόριστη. Η Βιομηχανική εξακολουθεί να απαιτεί εξερεύνηση, καινοτομία και δημιουργικότητα, αλλά με το να σκεφτόμαστε ή να εργαζόμαστε με έναν βιολόγο, πρέπει να μάθουμε να ζητάμε ένα διαφορετικό σύνολο ερωτήσεων και να κοιτάζουμε προς τη φύση για έμπνευση και ευκαιρίες μάθησης». (34)*

Πολλές επιχειρήσεις ακολουθούν τώρα μια στρατηγική που είναι παράλληλη με εκείνη που όρισε ο Winslow. Είναι τώρα δυνατόν να δούμε ηλεκτρολόγους και μηχανολόγους μηχανικούς να δουλεύουν σε συνεργασία με βιολόγους.

Ήδη, μηχανικοί εμπνευσμένοι από το ραντάρ της νυχτερίδας έχουν τοποθετήσει μία μικρή μονάδα ραντάρ σε ένα ζευγάρι γυαλιά. Μετά από μια περίοδο εξοικείωσης με τα γυαλιά, άτομα με προβλήματα όρασης έχουν πλέον τη δυνατότητα να αποφεύγουν εμπόδια ακόμη και να οδηγούν ποδήλατα. Ακόμα, οι σχεδιαστές του

συστήματος τονίζουν ότι ποτέ δεν θα αντικαταστήσει το ανθρώπινο μάτι όραση ή θα είναι τόσο λειτουργικό όσο εκείνο της νυχτερίδας.

Είναι φυσικά αδύνατο για άψογα χαρακτηριστικά, όπως αυτό, που ακόμη και οι εμπειρογνώμονες έχουν δυσκολίες να αναπαράγουν, να έχουν εμφανιστεί κατά τύχη. Εμείς δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι αυτό που ονομάζουμε εδώ ως "χαρακτηριστικά" είναι στην πραγματικότητα πολύπλοκα, διασυνδεδεμένα συστήματα. Η απουσία ή η βλάβη ενός μόνο συστατικού σημαίνει ότι το όλο σύστημα δεν λειτουργεί. Για παράδειγμα, αν οι νυχτερίδες έστελναν ηχητικά κύματα, αλλά δεν μπορούσαν να ερμηνεύσουν τους απόηχους που αντανακλώνται, δεν θα είχαν στην πραγματικότητα κανένα σύστημα ήχο-εντοπισμού.

Στην επιστημονική βιβλιογραφία, ο άψογος και ολοκληρωμένος σχεδιασμός που εκθέτουν τα έμβια όντα είναι γνωστός ως «αμείωτη πολυπλοκότητα." Με άλλα λόγια, ορισμένοι σχεδιασμοί χάνουν το νόημά τους και τη λειτουργικότητά τους εάν πέσουν σε μια απλούστερη μορφή. Η αμείωτη πολυπλοκότητα σε όλους τους οργανισμούς και τα συστήματα τους, κατεδαφίζει τη θεμελιώδη ιδέα της θεωρίας της εξέλιξης, σύμφωνα με την οποία οι οργανισμοί μεγαλώνουν σταδιακά, από το απλό προς το πολύπλοκο. Αν ένα σύστημα δεν μπορεί να εξυπηρετήσει κάποιο σκοπό πριν φθάσει στην τελική του μορφή, δεν υπάρχει κανένας λογικός λόγος για να διατηρήσει την ύπαρξή του εκατομμύρια χρόνια, ενώ βελτιώνει και συμπληρώνει τον εαυτό του. Ένα είδος μπορεί να επιβιώσει από γενιά σε γενιά μόνο αν όλα του τα συστήματα είναι παρόντα. Τα μηδαμινά συστατικά στοιχεία ενός συστήματος μπορούν να αντέξουν οικονομικά την πολυτέλεια της ελπίδας του να ολοκληρώσουν την εικαζόμενη εξέλιξη πάνω στο χρόνο. Αυτό αποδεικνύει σαφώς ότι όταν τα έμβια όντα εμφανίστηκαν για πρώτη φορά στη Γη, είχαν δημιουργηθεί με όλες τις δομές τους, είχαν αναπτυχθεί και ήταν πλήρως σχηματισμένα, όπως είναι σήμερα.

### **Ο σχεδιασμός στη νυχτερίδα μας δείχνει πώς να κάνουμε τους δρόμους μας ασφαλέστερους :**

Ερευνητές από το Πανεπιστήμιο του Εδιμβούργου ανέπτυξαν ένα ρομπότ που χρησιμοποιούσε τα έξυπνα αυτιά του για να βρει το δρόμο του μέσω του ήχο-εντοπισμού ,ακριβώς όπως μια νυχτερίδα. Ο Jose Carmena, του τμήματος του πανεπιστημίου της πληροφορικής, και οι συνεργάτες του ονόμασαν αυτή τη εφεύρεση "RoBat." Το RoBat ήταν εξοπλισμένο με μία κεντρική πηγή ήχου, που εξυπηρετούσε την ίδια λειτουργία με το στόμα μιας νυχτερίδας, και με δύο σταθερούς δέκτες σε απόσταση μεταξύ τους συγκρίσιμη με τα αυτιά μιας νυχτερίδας.

Με σκοπό την καλύτερη χρήση των απόηχων, άλλα χαρακτηριστικά της νυχτερίδας είχαν επίσης ληφθεί υπόψη κατά το σχεδιασμό του RoBat. Οι νυχτερίδες κινούν τα αυτιά τους για να ανιχνεύσουν πρότυπα συμβολής στους απόηχους και ως εκ τούτου, μπορούν εύκολα να αποφύγουν εμπόδια μπροστά τους, να πλοηγηθούν και να κυνηγήσουν θηράματα. Όπως και οι νυχτερίδες, το RoBat ήταν επίσης εξοπλισμένο με έξυπνους ακουστικούς αισθητήρες για να κάνει τον μηχανισμό του

όσο το δυνατόν πιο άψογο. Χάρη σε αυτούς τους εμπνευσμένους από τη φύση αισθητήρες ήχου, αναμένεται ότι μία ημέρα οι δρόμοι μας θα είναι πολύ πιο ασφαλείς.

Στην πραγματικότητα, τέτοιοι κατασκευαστές αυτοκινήτων όπως η Mercedes και η BMW έχουν ήδη χρησιμοποιήσει αισθητήρες υπερήχων για να βοηθήσουν τους οδηγούς να κάνουν αντιστροφή (εικόνα 4-8). Χάρη σ' αυτούς, ο οδηγός είναι σε εγρήγορση σχετικά με το πόσο κοντά είναι σε ένα αυτοκίνητο ή σε κάποιο άλλο εμπόδιο πίσω του. (35)



*Εικόνα 4-8.*

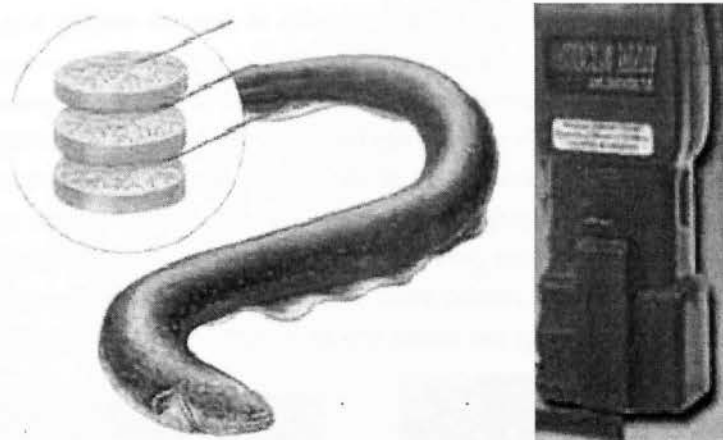
#### **Ανιχνευτής ψαριού για τη ρύπανση :**

Το ψάρι της Δυτικής Αφρικής με τη μύτη ελέφαντα (*Gnathonemus petersii*) ζει στα 27°C (80°F) θολά νερά της Νιγηρίας. Αυτό το 10 εκατοστών ψάρι χρησιμοποιεί πολύ λίγο τα μάτια του στο λασπωμένο νερό. Βρίσκει το δρόμο του μέσω των ηλεκτρικών σημάτων που εκπέμπονται συνεχώς από τους μύες της ουράς του. Υπό κανονικές περιστάσεις, εκπέμπει 300-500 σήματα το λεπτό. Ωστόσο, καθώς τα επίπεδα ρύπανσης αυξάνονται, ο αριθμός των σημάτων που εκπέμπονται ανά λεπτό μπορεί να υπερβεί τα 1.000.

Οι ανιχνευτές που κάνουν χρήση των ψαριών με τη μύτη ελέφαντα χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση των επιπέδων ρύπανσης στη βρετανική πόλη του Bournemouth. Μια εταιρεία νερού στην πόλη έδωσε δείγματα νερού από τον ποταμό Stour για να ελεγχθούν από 20 ψάρια με μύτη ελέφαντα. Κάθε ψάρι ζει σε ένα ενυδρείο γεμάτο με νερό από το ποτάμι. Τα σήματα των υποδοχέων στο ενυδρείο προωθούνται σε υπολογιστές στους οποίους συνδέονται. Αν το νερό είναι μολυσμένο οι αυξημένοι αριθμοί των σημάτων που εκπέμπονται από τα ψάρια αναγνωρίζονται, και το σήμα συναγερμού δίνεται μέσω του υπολογιστή (εικόνα 4-9). (36)



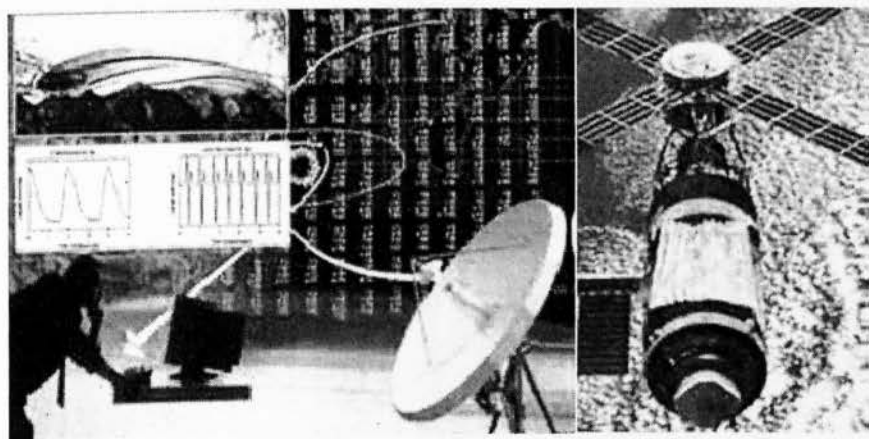
*Εικόνα 4-9.*



*Εικόνα 4-10.*

Το ηλεκτροφόρο χέλι *Electrophorus electricus* ζει στον Αμαζόνιο (εικόνα 4-10). Τα δύο τρίτα του δύο μέτρων μήκους του σώματός του καλύπτονται από 5.000 έως 6.000 δισκοειδείς πλάκες που παράγουν 550 V / 2 A ηλεκτρική ενέργεια. Το σοκ αρκεί για την αναισθητοποίηση των ψαριών έως και δύο μέτρα μακριά.

Οι επιστήμονες μιμούνται τον αμυντικό μηχανισμό του ηλεκτροφόρου χελιού, χρησιμοποιώντας την ίδια αρχή όπως και μέχρι σήμερα. Το γεγονός ότι αυτό το χέλι μπορεί να απελευθερώσει μια τέτοια ισχυρή απόρριψη της ηλεκτρικής ενέργειας είναι πραγματικά ένα θαύμα της δημιουργίας. Δε χωράει αμφιβολία για το ότι αυτό το εξαιρετικά πολύπλοκο σύστημα έχει περάσει από στάδια: Αν η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας του ψαριού δεν λειτουργεί πλήρως, δεν θα του δώσει κανένα πλεονέκτημα. Με άλλα λόγια, κάθε μέρος του συστήματος πρέπει να έχει δημιουργηθεί και άψογα και στην ίδια στιγμή.



*Εικόνα 4-11.*

Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε τα ηλεκτρικά σήματα για να εντοπίσετε ένα αντικείμενο ή για επικοινωνίες, όμως θα πρέπει να έχετε συσσωρευμένη επιστημονική τεχνολογία για να το πράξετε. Ακόμα και σήμερα, πολύ λίγες χώρες

έχουν φθάσει σε αυτό το επίπεδο. Ωστόσο, κάποια ηλεκτροφόρα χέλια κατέχουν οργανικά ραντάρ γύρω από το σώμα τους που εκπέμπουν ηλεκτρικά σήματα που επιστρέφουν από το περιβάλλον τους, αφήνοντας το ζώο να λαμβάνει πληροφορίες σχετικά με το μέγεθος, την ταχύτητα και την κίνηση των αντικειμένων γύρω του (εικόνα 4-11). Το χέλι μπορεί επίσης να αποκτά πληροφορίες σχετικά με το φύλο και την ωριμότητα του άλλου ηλεκτροφόρου χελιού, και στη συνέχεια να το καλεί να ζευγαρώσει ή να το φοβίσει. Λαμβάνοντας υπόψη την περίπλοκη φύση των ραντάρ μας και των επικοινωνιακών μας συστημάτων, μπορούμε να κατανοήσουμε καλύτερα τη θαυμάσια δημιουργία μέσα στο σώμα του χελιού.



*Εικόνα 4-12α.*

*Εικόνα 4-12β.*

Το ψάρι (*Eigenmannia virescens*) εντοπίζει αντικείμενα με τον ίδιο τρόπο που οι άνθρωποι υπολογίζουν την απόσταση. Υπολογίζουμε την απόσταση ανάλογα με την απόσταση μεταξύ των ηχητικών κυμάτων και του χρόνου που τα κύματα από το αντικείμενο χρειάζονται για να φτάσουν στο αυτί μας. Αυτό λαμβάνει χώρα σε ένα μόλις 1/15,000 δευτερόλεπτο. Αντί για τα ηχητικά κύματα, όμως, το ψάρι εκπέμπει ηλεκτρικά σήματα και ανιχνεύει διαταραχές στο αυτό-παραγόμενο ηλεκτρικό του πεδίο που δημιουργείται από κοντινά αντικείμενα. Όπως έχουν ανακαλύψει οι ερευνητές του Πανεπιστημίου της California G. Rose και W. Heilingenberg, το ψάρι μπορεί να εκτελέσει αυτούς τους υπολογισμούς σε 400 δισεκατομμυριοστά του δευτερολέπτου, όπως ένας σούπερ-υπολογιστής (εικόνα 4-12).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

### Έμβια όντα και πτητική Τεχνολογία



Ο άψογος σχεδιασμός των πουλιών, έχει μια τεράστια επιρροή σχετικά με την ανάπτυξη της αεροπορίας (εικόνα 5-1). Πράγματι, οι αδελφοί Wright, θεωρούνται ως εφευρέτες του αεροπλάνου, για την κατασκευή του οποίου χρησιμοποίησαν το φτερό του γύπα ως μοντέλο, κατά την κατασκευή των φτερών του αεροπλάνου τους. (37)

Kitty Hawk. *Εικόνα 5-1.*

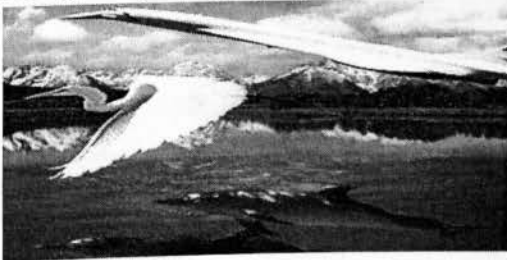
Τα πουλιά είναι τέλειες πτητικές μηχανές (εικόνα 5-2). Κάθε όχημα πρέπει να είναι αρκετά ελαφρύ ώστε να μπορέσει να πετάξει. Αυτό φτάνει ως τις βίδες και τα μπουλόνια που χρησιμοποιούνται για να επισυναφτούν τα φτερά του. Αυτό εξηγεί γιατί οι κατασκευαστές αεροσκαφών πάντα προσπαθούν να χρησιμοποιούν ειδικά υλικά που να είναι όσο το δυνατόν ελαφριά, αλλά επίσης ισχυρά και ανθεκτικά σε χτυπήματα.



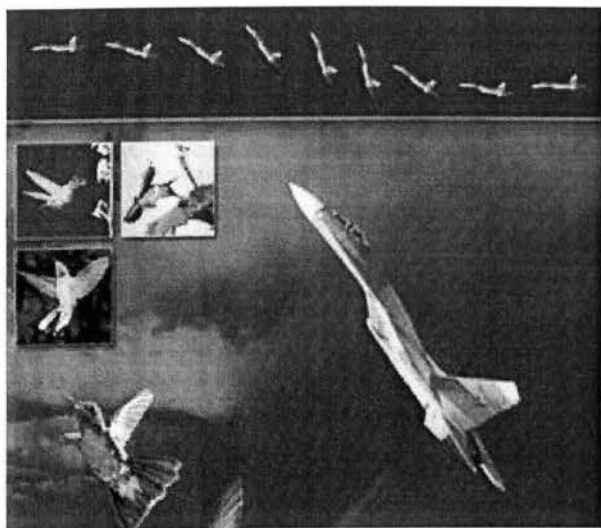
*Εικόνα 5-2.*

Το αεροπλάνο μπορεί να πετάξει πολύ πιο γρήγορα από ό, τι ένα πουλί, αλλά εκπέμπει μια πολύ μεγάλη ποσότητα θερμότητας κατά τη διάρκεια της πτήσης. Στο σώμα ενός πουλιού, ωστόσο, η κυκλοφορία του αέρα λειτουργεί μόνο όπως ένα σύστημα ψύξης.

Όσον αφορά την ευελιξία και την ικανότητα ελιγμών στα πουλιά, είναι κάτι που έχει μιμηθεί και από τους κατασκευαστές αεροσκαφών. Ο λαιμός ενός πουλιού επιτρέπει στο ράμφος του να φθάσει σε οποιοδήποτε μέρος του σώματός του, έτσι ώστε το πουλί εύκολα να είναι σε θέση να διατηρήσει τα φτερά του, το πιο σημαντικό πράγμα για την πτήση του. Κατά τη διάρκεια της πτήσης, ο λαιμός καθορίζει επίσης και την ισορροπία, όπως στην περίπτωση του φλαμίνγκο. Πρόοδοι στον τομέα της αεροναυπηγικής κατά τον τελευταίο αιώνα οδήγησαν στο σχεδιασμό της μύτης του Concorde, το οποίο είναι σε θέση να περιστρέφεται πάνω και κάτω σε ένα σχεδιασμό στην πραγματικότητα αντιγραμμένο από τα δελφίνια (εικόνα 5-3).



*Εικόνα 5-3.*



Ο ελιγμός Cobra που εκτελέστηκε από το Ρώσο πιλότο Victor Rougatchev, με το Su-27 τζετ του, έχει μείνει στην ιστορία της αεροπορίας (εικόνα 5-4). Ο ελιγμός του Rougatchev, του επιτρέπει να σταματήσει το αεροπλάνο στον αέρα για μια στιγμή, προκαλώντας ένα εχθρικό αεροπλάνο να περάσει από κάτω. Ωστόσο οι ελιγμοί Rougatchev δε συγκρίνονται με ό, τι κάνει το κολιμπρί.

*Εικόνα 5-4.*

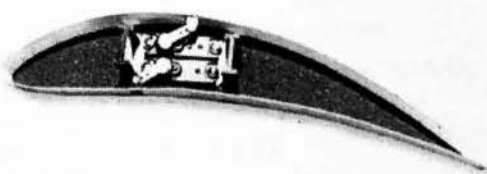
**Ο Νέος στόχος στην Αεροναυπηγική: Ένα φτερό που αλλάζει σχήμα, σύμφωνα με τις επικρατούσες συνθήκες :**

Τα πουλιά πετώντας, μπορούν να χρησιμοποιήσουν τα φτερά τους με τον αποδοτικότερο δυνατό τρόπο, αλλάζοντας αυτόματα, για να αντιμετωπίσουν παράγοντες όπως η θερμοκρασία και ο άνεμος. Σήμερα, οι εταιρείες που ασχολούνται με την τεχνολογία των αεροσκαφών επιδιώκουν ενεργά να αναπτύξουν σχέδια που κάνουν χρήση αυτών των δυνατοτήτων.

Η NASA, η Boeing και η Πολεμική Αεροπορία των ΗΠΑ έχουν σχεδιάσει ένα ευέλικτο φτερό, κατασκευασμένο από ίνες γυαλιού, το οποίο μπορεί να αλλάξει το σχήμα του σύμφωνα με τα δεδομένα από έναν υπολογιστή μέσα στο αεροπλάνο. Αυτός ο υπολογιστής θα είναι επίσης σε θέση να επεξεργαστεί τα δεδομένα, από μία συσκευή μέτρησης των συνθηκών πτήσης, όπως η θερμοκρασία, η ένταση του ανέμου, κλπ. (38)

Η Airbus, μια άλλη εταιρεία που εργάζονται στον τομέα αυτό, προσπαθεί να χτίσει προσαρμοστικά φτερά που να μπορούν να αλλάξουν το σχήμα τους ανάλογα με τις επικρατούσες συνθήκες, προκειμένου να μειωθεί η κατανάλωση καυσίμου όσο το δυνατόν περισσότερο. (39)

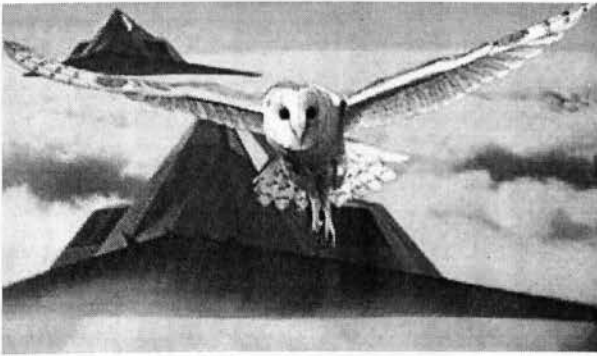
Εν ολίγοις, οι δομές των φτερών των πουλιών, είναι κυριολεκτικά ένα σχεδιαστικό θαύμα. Για πολλά χρόνια, η απaráμιλλη ικανότητά τους να πετάξουν υπήρξε πηγή έμπνευσης για τους μηχανικούς.



*Εικόνα 5-5.*

με τη χρήση των φτερών του ένα πουλί, μπορεί να πετάξει στο κρύο, σε ζέστη, ακόμα και όταν φυσάει. Αυτό το

χαρακτηριστικό προσέλκυσε την προσοχή των επιστημόνων και τους οδήγησε στο να προσπαθήσουν να παράγουν ένα φτερό που θα μπορούσε να αλλάξει το σχήμα του, ανάλογα με τις μεταβαλλόμενες συνθήκες. Η εικόνα 5-5 δείχνει μια διατομή της πτέρυγας που έχει σχεδιαστεί με αυτό το σκοπό στο μυαλό.



Εικόνα 6-6.

Οι κουκουβάγιες γλιστρούν αθόρυβα μέσα στη νύχτα για να πιάσουν τη λεία τους αιφνιδιάζοντάς την, και τότε ξαφνικά προσγειώνονται κάτω. Σύμφωνα με τα ευρήματα των ερευνητών στο Langley της NASA στο ερευνητικό κέντρο

στη Βιρτζίνια, τα πτητικά φτερά της κουκουβάγιας, σε αντίθεση με τα περισσότερα πουλιά, τα φτερά των οποίων έχουν μια έντονη, καθαρή άκρη-έχουν μαλακά κρόσσια που μειώνουν τις αναταράξεις, και έτσι ο θόρυβος, του αέρα ρέει πάνω από τα φτερά. Στρατιωτικοί σχεδιαστές ελπίζουν ότι τα αεροπλάνα stealth, μπορεί να γίνουν ακόμη πιο «κρυφά» με τη μίμηση των φτερών της κουκουβάγιας (εικόνα 6-6). Εκφράζεται η ελπίδα πως τα αεροπλάνα που είναι αόρατα στα ραντάρ, θα είναι και εντελώς αθόρυβα. (Robin Meadows, «Σχέδια από τη ζωή» Zooger, Ιούλιος / Αύγουστος 1999.)

### Πώς τα φτερά των πτηνών διαμορφώνουν τις Τεχνολογίας πτήσης :

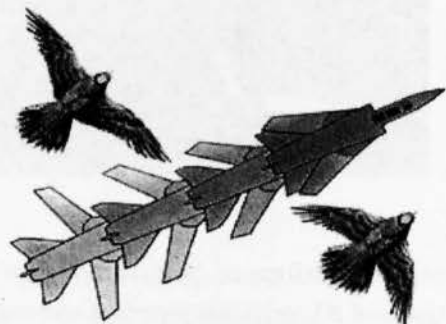
Εικόνα 6-7.



Η μελέτη της πτήσης των πτηνών έχει οδηγήσει σε σημαντικές αλλαγές στη δομή των φτερών του αεροπλάνου. Ένα από τα πρώτα αεροπλάνα που άρχισαν να κάνουν χρήση αυτών των αλλαγών ήταν τα αμερικανικά μαχητικά F-111. Τα F-111 δεν έχουν τις επιφάνειες ελέγχου, όπως τα πηδάλια κλίσης και τα πτερύγια, τα οποία χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο των κινήσεων των αεροσκαφών (εικόνα 6-7). Αντί αυτού όμως, ακριβώς όπως τα

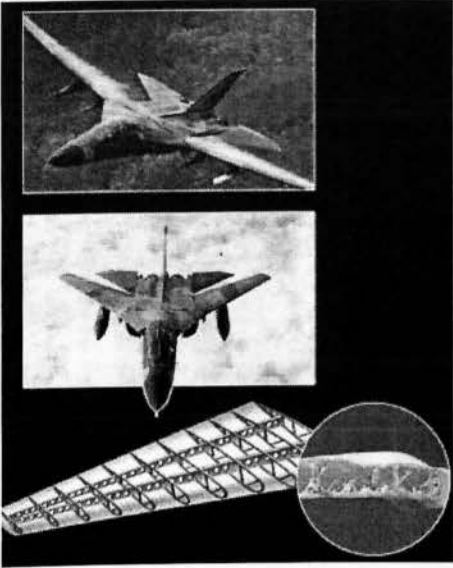
πουλιά, το μαχητικό μπορεί να σαρώσει τα φτερά του. Αυτό επέτρεψε να παραμείνει ισορροπημένο, ακόμη και όταν γυρίζει. (40) Εικόνα 6-8.

Το σχήμα των φτερών των πτηνών είναι ο καθοριστικός παράγοντας στην ικανότητά τους να πετάξουν. Τα φτερά των γρήγορα ιπτάμενων πουλιών, όπως του πετρίτη, του γερακιού, του χελιδονιού, είναι μακριά, στενά και με μυτερά-χαρακτηριστικά που έχουν υπηρετήσει ως οδηγοί για τους μηχανικούς πτητικής τεχνολογίας (εικόνα 6-8).





Για υψηλής ταχύτητας πτήσεις, το πλεονεκτικότερο σχήμα φτερών πρέπει να είναι τραβηγμένο προς τα πίσω. Από την άλλη πλευρά, τα ίσια φτερά επιτρέπουν μεγαλύτερη ανύψωση, σημαντικό πράγμα για την απογείωση και την προσγείωση. Ο μόνος τρόπος για να επωφεληθούν από τα δύο αυτά χαρακτηριστικά είναι η



κατασκευή φτερών μεταβλητής σάρωσης, τα οποία μπορεί να κινούνται προς τα πίσω και προς τα εμπρός. Μαχητικά όπως το Tornado και το F-111 έχουν ακριβώς τέτοια φτερά, η σάρωση των οποίων μπορεί να αλλάξει κατά την πτήση (εικόνα 6-9). Αυτός ο σχεδιασμός, είναι το αποτέλεσμα μακράς μελέτης και έχει παρουσία στα πτηνά από τη στιγμή της δημιουργίας τους.

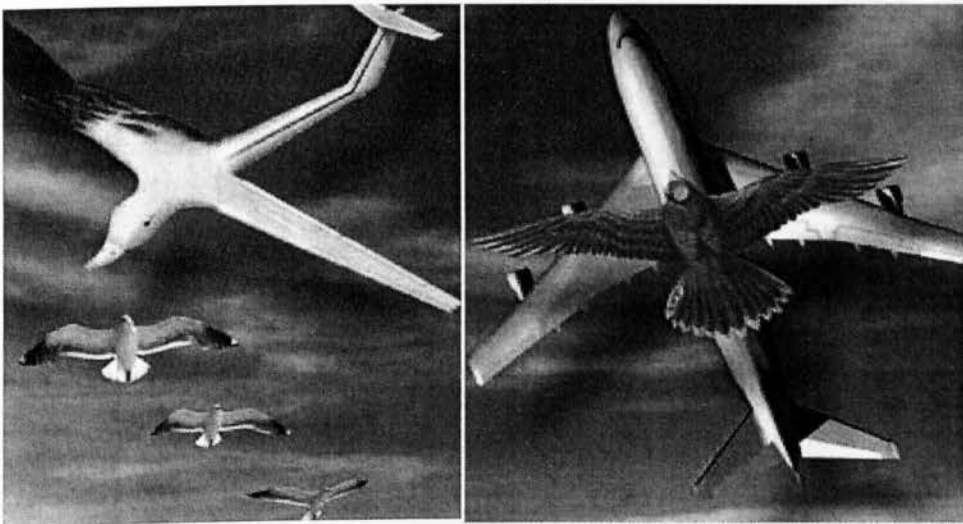
Εικόνα 6-9.

Εμπνευσμένο από οστά των πτηνών-που είναι κούφια, καθιστώντας τα πολύ ελαφρά-τα φτερά των σύγχρονων αεροσκαφών έχουν σχεδιαστεί ώστε να είναι κοίλα επίσης.

Το άλμπατρος έχει τα μακριά φτερά με μια μεγάλη επιφάνεια, επιτρέποντας στο πουλί να πετάξει σε μεγάλες αποστάσεις χωρίς να χτυπά τα φτερά του (εικόνα 6-10). Ανεμόπτερα έχουν σχεδιαστεί σύμφωνα με τις κατευθύνσεις των φτερών του άλμπατρος, έτσι ώστε να είναι σε θέση να παραμείνουν στον αέρα για μεγάλα χρονικά διαστήματα χωρίς να υπάρξει η ανάγκη για έναν έλικα.

Εικόνα 6-10α.

Εικόνα 6-10β.



Κατά τη διάρκεια της απογείωσης και της προσγείωσης, τα πουλιά προτιμούν να αντιμετωπίσουν τον αέρα, έτσι ώστε να δαπανούν λιγότερη ενέργεια. Οι διάδρομοι

των αερολιμένων καλούνται επίσης, να αντιμετωπίσουν τους ανέμους, έτσι ώστε τα αεροσκάφη να δαπανούν λιγότερη ενέργεια κατά την απογείωση.

### Στην έρευνα της Αεροπορίας, τα φτερά του γύπα δείχνουν το δρόμο:



Κατά τη διάρκεια των πτήσεων των αεροσκαφών, αλλαγές πίεσης στην άκρη των φτερών, μπορεί να σχηματίζουν μικρά ρεύματα-δίνες αέρα στις άκρες των φτερών, που μπορεί να παρεμποδίσουν την απόδοση των πτήσεων.

*Εικόνα 6-11α.*

Αεροπορικές ερευνητικές μελέτες έχουν δείξει ότι όταν οι γύπες πετούν, ανοίγουν τις πένες των φτερών τους -τα μεγάλα πούπουλα στην άκρη των φτερών- όπως τα δάχτυλα του ενός χεριού. Από αυτή την παρατήρηση, οι ερευνητές σκέφτηκαν ότι λαμβάνοντας ως πρότυπο για να κάνουν μικρά μεταλλικά πηδάκια κλίσης και να τα δοκιμάσουν το κατά την πτήση. Χρησιμοποιώντας αυτά, που ήλπιζαν ότι θα ήταν δυνατόν να μειώσουν ανεπιθύμητες επιπτώσεις των δινών σε ένα αεροπλάνο με τη δημιουργία μιας σειράς μικρότερων δινών για να αντικαταστήσουν τις μεγάλες που είχαν ήδη προκαλέσει πολλά προβλήματα. Πειράματα απέδειξαν πως η ιδέα αυτή είναι σωστή, και τώρα επιδιώκουν να την εφαρμόσουν σε πραγματικό αεροσκάφος (εικόνα 6-11).

*Εικόνα 6-11β.*

Η επιστήμη του 20ού αιώνα, απέτυχε να αποκαλύψει τις τεχνικές που χρησιμοποιούν τα έντομα για να πετάζουν. Όταν ένα έντομο πετάει, χτυπά τα φτερά του εκατοντάδες φορές το δευτερόλεπτο. Μερικά έντομα μπορούν να χτυπήσουν ή να περιστρέψουν τα φτερά τους μέχρι και 600 φορές το δευτερόλεπτο. (41)



Τόσες πολλές κινήσεις που εκτελούνται με τέτοια ταχύτητα και σε τέτοια έκταση, δεν είναι δυνατόν να αναπαραχθούν τεχνολογικά. Για να αποκαλύψει τις τεχνικές των μυγών των φρούτων, ο Michael Dickinson καθηγητής στο τμήμα των ολοκληρωμένης βιολογίας στο Πανεπιστήμιο της Καλιφόρνιας Berkeley και οι συνεργάτες του, κατασκεύασαν ένα ρομπότ που ονομάζεται RoboBee. Το RoboBee μιμείται τις κινήσεις των χτυπημάτων (φτερουγισμάτων) του εντόμου, αλλά σε μια κλίμακα 100-φορές μεγαλύτερη και σε ένα 1.000 χιλ. την ταχύτητας της μύγας. Μπορεί να κουνά τα φτερά του μια φορά κάθε πέντε δευτερόλεπτα, οδηγούμενο από έξι ελεγχόμενες κινητήρες μέσω υπολογιστή. (42)

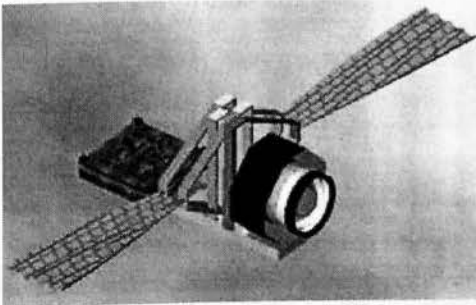
Για χρόνια, πολλοί επιστήμονες όπως ο καθηγητής Ντίκινσον έχουν διεξάγει πειράματα ελπίζοντας να ανακαλύψουν τις λεπτομέρειες για το πώς τα

έντομα κουνούν τα φτερά τους πέρα δώθε. Κατά τη διάρκεια των πειραμάτων του σχετικά με τις μύγες των φρούτων, ο Ντίκινσον ανακάλυψε ότι τα φτερά των εντόμων δεν ταλαντεύονται απλώς πάνω-κάτω, σαν να συνδέονται με μια απλή άρθρωση, αλλά στην πραγματικότητα χρησιμοποιούν τις πιο σύνθετες τεχνικές αεροδυναμικής.

Επιπλέον, ο προσανατολισμός της αλλαγής των φτερών κατά τη διάρκεια κάθε χτυπήματος: η επιφάνεια του φτερού γυρίζει προς τα πάνω όταν το φτερό κινείται προς τα κάτω, αλλά στη συνέχεια η πτέρυγα περιστρέφεται γύρω από τον άξονά της, έτσι ώστε η κάτω πλευρά στρέφεται προς τα πάνω όταν το φτερό υψώνεται. Οι επιστήμονες προσπαθούν να αναλύσουν αυτές τις σύνθετες κινήσεις λένε πως η αεροδυναμική σταθερής – κατάστασης, η προσέγγιση δηλαδή που λειτουργεί για τα φτερά του αεροπλάνου, είναι ανεπαρκής.

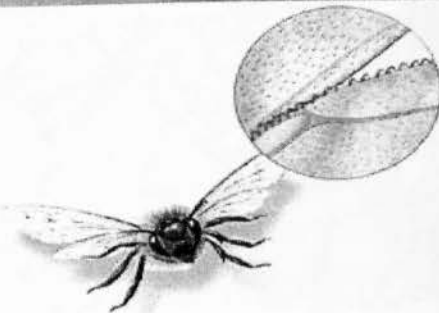
Οι φρουτόμυγες πραγματικά κάνουν χρήση περισσότερων από ένα αεροδυναμικά χαρακτηριστικά. Για παράδειγμα, όταν χτυπούν τα φτερά τους, αφήνουν πίσω τους μια περίπλοκη δίνη ρεύματος αέρα, κάτι αντίστοιχο με τον απόηχο του πλοίου. Καθώς το περύγιο, αλλάζει κατεύθυνση, περνά πίσω την ανάδευση του αέρα, για να αποκαταστήσει μέρος της ενέργειας που χάνει εκ των προτέρων. Οι μύες που επιτρέπουν στις φρουτόμυγες, τα μόλις 2,5 mm φτερών, να ανεμίζουν 200 φορές το δευτερόλεπτο, θεωρούνται ως οι πιο ισχυροί πτητικοί μύες όλων των εντόμων. (43)

Οι επιστήμονες συμφωνούν ότι σημαντική πρόοδος έχει σημειωθεί στην τεχνολογία των αερομεταφορών. Όταν πρόκειται για πτήσεις μικρό – χτυπημάτων ωστόσο, αναγνωρίζουν ότι εξακολουθούν να είναι στο ίδιο στάδιο που ήταν και οι αδελφοί Ράιτ το 1903.



Αριστερά: ένα μικρό-πτητικό σύστημα, σύμφωνα με το πρότυπο των φτερών των εντόμων.

Εικόνα 6-12.



Εικόνα 6-13.

Τα μεγάλα και επίπεδα φτερά μπορεί να δώσουν στο έντομο ένα πτητικό πλεονέκτημα, αλλά και μεγαλύτερο κίνδυνο στο να υποστούν κάποια βλάβη. Πρέπει να είναι πτυσσόμενα, ως εκ τούτου το μέγεθος των φτερών τα καθιστά δύσκολα στην αναδίπλωση. Οι μέλισσες έχουν λύσει αυτό το πρόβλημα μέσω μιας σειράς αγκιστριών γνωστή ως hamuli, τα οποία ενώνουν τα εμπρός και πίσω

φτερά μαζί κατά την πτήση. Όταν η μέλισσα προσγειώνεται, τα άγκιστρα χωρίζουν, και τα φτερά μπορούν άνετα να αναδιπλωθούν.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

### ΤΙ ΜΠΟΡΟΥΜΕ ΝΑ ΜΑΘΟΥΜΕ ΑΠΟ ΤΑ ΖΩΑ

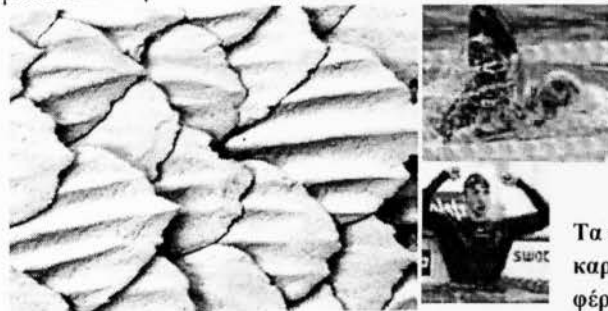
Κάθε ζώο έχει πολλά εκπληκτικά χαρακτηριστικά που του έχουν δοθεί από τη δημιουργία του. Κάποια από αυτά διαθέτουν την ιδανική υδροδυναμική μορφή που θα τους επιτρέψουν να κινούνται μέσα στο νερό. Άλλα χρησιμοποιούν μάλλον παράξενες αισθητήριες συσκευές. Οι περισσότερες από αυτές είναι συσκευές που η ανθρωπότητα αντιμετώπισε για πρώτη φορά, ή έχει μόλις αρχίσει να κατανοεί. Χάρη στην επιστήμη της βιομίμησης, προϊόντα που προκύπτουν από την απόμιμηση αυτών των έκτακτων ανακαλύψεων αναμφίβολα θα μας απασχολούν συχνότερα στο μέλλον.

#### **Η αντίσταση των επιφανειών και Μαγιά Εμπνευσμένα από δέρμα καρχαρία**

Σε Ολυμπιακούς αγώνες κολύμβησης, το 1/100 του δευτερολέπτου μπορεί να κάνει τη διαφορά μεταξύ της νίκης και της ήττας. Επειδή η αντίσταση που αντιτίθενται στην κίνηση του σώματος των κολυμβητών έχει μεγάλη σημασία, πολλοί κολυμβητές επιλέγουν μαγιά νέας σχεδίασης που μειώνουν την αντίσταση. Αυτά τα σφισχά μαγιά, που καλύπτουν μια αρκετά μεγάλη περιοχή του σώματος, είναι κατασκευασμένα από ύφασμα που σχεδιάστηκε για να μιμηθεί τις ιδιότητες του δέρματος ενός καρχαρία υπερθέτοντας κάθετες ρίγες ρητίνης.

Μελέτες σάρωσης ηλεκτρονικού μικροσκοπίου έδειξαν ότι μικροσκοπικά "δόντια" (riblets) καλύπτουν την επιφάνεια του δέρματος ενός καρχαρία που παράγει κάθετες δίνες ή σπείρες του νερού, διατηρώντας το νερό πιο κοντά στο σώμα του καρχαρία και ως εκ τούτου μειώνεται η αντίσταση. Το φαινόμενο αυτό είναι γνωστό ως αποτέλεσμα Riblet, και η έρευνα στα δέρμα των καρχαριών βρίσκεται σε εξέλιξη στο κέντρο NASA Langley Research.

Μαγιά κατασκευασμένα με νέες ίνες και τεχνικές ύφανσης παράγονται για να προσκολληθούν σφισχά στο σώμα του κολυμβητή και να μειώσουν την αντίσταση όσο το δυνατόν περισσότερο. Η έρευνα έχει δείξει ότι τέτοια ενδύματα μπορούν να μειώσουν την αντίσταση κατά 8% έναντι του κοινού μαγιά. (44)



Εικόνα 6-1.

Τα κανάλια σχήματος U στο δέρμα ενός καρχαρία παράγουν μικροσκοπικές δίνες, φέρνοντας το νερό πιο κοντά στο σώμα

και μειώνοντας την αντίσταση. Η μεγάλη εικόνα από πάνω δείχνει το δέρμα ενός καρχαρία μέσα από ένα ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης. Στους Ολυμπιακούς Αγώνες του Σόδνεϋ, όλοι οι

κολυμβητές που κέρδισαν χρυσό μετάλλιο, όπως ο Αυστραλός Ian Thorpe, φορούσαν μαγιό με τις ίδιες ιδιότητες όπως το δέρμα καρχαρία (εικόνα 6-1). Αυτή η σημαντική εξέλιξη οδήγησε σε μια νέα σφαίρα επιχειρηματικής δραστηριότητας. Εταιρείες όπως η Speedo, η Nike και η Adidas, γνωστοί κατασκευαστές μαγιό, προσέλαβαν πολλούς εμπειρογνώμονες στους τομείς της εμβιομηχανικής και της υδροδυναμικής.

### Οι ΗΠΑ χρησιμοποιούν την οχιά σαν μοντέλο για την άμυνά τους:

Εικόνα 6-2.



Ο Δρ John Pearce, του Πανεπιστημίου του Τέξας Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και του τμήματος Μηχανικών Υπολογιστών, έχει μελετήσει τους κροταλίες, πιο γνωστούς ως οχιές των λάκκων (εικόνα 6-2). Η έρευνά του εστιάστηκε στα όργανα αυτών των φιδιών. Μπροστά από το μάτι του φιδιού υπάρχει μια μικρή περιοχή ένα μικρό νεύρο γεμάτη με νεύρα, που ονομάζεται κοίλωμα, το οποίο χρησιμοποιείται στον εντοπισμό θερμότητας θηραμάτων. Περιλαμβάνει ένα εξελιγμένο

σύστημα αισθητήρων θερμότητας τόσο ευαίσθητο, στην πραγματικότητα, που το φίδι μπορεί να εντοπίσει ένα ποντίκι αρκετά μέτρα μακριά στο απόλυτο σκοτάδι. (45)

Οι ερευνητές δήλωσαν ότι, όταν ξετυλίξουν τα μυστικά του μηχανισμού αναζήτησης-και-καταστροφής της οχιάς των λάκκων, οι μέθοδοι που χρησιμοποιεί το φίδι θα μπορούν να προσαρμοστούν πιο ευρέως για την προστασία της χώρας από εχθρικούς πυραύλους. Ελπίζουν να αναπτύξουν συστήματα που θα βοηθήσουν τους πιλότους που πετούν σε επικίνδυνες αποστολές να αποφεύγουν τα όπλα του εχθρού.

Ο Δρ Pearce λέει, «Η Πολεμική Αεροπορία θέλει να δει αν μπορεί να μιμηθεί το βιολογικό σύστημα και να πάρει έναν καλύτερο ανιχνευτή πυραύλων»(εικόνα 6-3). (46) Αλλά μέχρι τώρα, εξηγεί ότι οι μελέτες που πραγματοποιούνται για τον σκοπό αυτό δυσκολεύτηκαν να ταιριάζουν με την ευαισθησία του φιδιού:

*«Εμείς ουσιαστικά μοντελοποιούμε την ευαισθησία του οργάνου του φιδιού. Μπορείτε να μέτρηση νευρικές ώσεις, αλλά το ερώτημα είναι, τι σημαίνουν; Χρησιμοποιούμε ένα αριθμητικό μοντέλο για να μας πει: υπάρχει αυτό το πολύ υπέρυθρο χτύπημα του οργάνου, και αυτό σημαίνει πολλούς παλμούς νεύρων».* (47)



Εικόνα 6-3.

Το συγκεκριμένο όργανο του φιδιού είναι μια λεπτή μεμβράνη πλούσια σε αιμοφόρα αγγεία και δέσμες νευρών. Η μεμβράνη είναι τόσο ευαίσθητη, και οι διαφορές στις ανταποκρίσεις τόσο λεπτές και διακριτικές που για να πιάσουν και να μελετήσουν αυτά τα σήματα έχει αποδειχθεί εξαιρετικά δύσκολο. Για να κατανοήσουμε τη λειτουργία του οργάνου λάκκο, είναι απαραίτητο να δουλέψουμε με λεπτές μετρήσεις και μικροφωτογραφίες.

Όπως δείχνει αυτό το παράδειγμα, τα έμβια όντα στη φύση εμφανίζουν μια ανώτερη νοημοσύνη και τεχνολογία. Ερευνητές που διερευνούν φυσικά σχέδια ως τα μοντέλα τους αποκτούν έτσι έμπνευση για τα έργα που θα μπορούσαν να τους φέρουν σε ένα συμπέρασμα σε πολύ μικρότερο χρονικό διάστημα.

### **Χαμαιλέοντες και ρούχα που αλλάζουν χρώμα :**

Η εντυπωσιακή ικανότητα του χαμαιλέοντα να αλλάζει χρώματα για να ταιριάζει στο γύρω περιβάλλον του είναι τόσο εκπληκτική όσο και αισθητικά ευχάριστη. Ο χαμαιλέοντας μπορεί να καμουφλάρει τον εαυτό του με μια ταχύτητα που καταπλήσσει αρκετά άτομα (εικόνα 6-4). Με μεγάλη εμπειρία, ο χαμαιλέοντας χρησιμοποιεί τα κύτταρά του που ονομάζονται χρωματοφόρα τα οποία περιέχουν βασικές κίτρινες και κόκκινες χρωστικές ουσίες, το ανακλαστικό στρώμα αντανακλώντας μπλε και λευκό φως, και τα μελανηφόρα που περιέχουν τη μαύρη με σκούρο καφέ χρωστική μελανίνη, η οποία σκουραίνει το χρώμα του. (48)

Για παράδειγμα, τοποθετήστε ένα χαμαιλέοντα σε ένα φωτεινό κίτρινο περιβάλλον, και γρήγορα γίνεται κίτρινος. Επιπλέον, ο χαμαιλέον μπορεί να ταιριάζει όχι μόνο ένα μοναδικό χρώμα, αλλά ένα μίγμα αποχρώσεων. Το μυστικό πίσω από αυτό βρίσκεται στο τρόπο που τα κύτταρα που περιέχουν χρωστικές ουσίες επεκτείνονται ή συστέλλονται για να ταιριάζουν στο περιβάλλον τους.



Εικόνα 6-4.

Μια τρέχουσα έρευνα σε εξέλιξη στο Ινστιτούτο Τεχνολογίας της Μασαχουσέτης, στις ΗΠΑ, έχει ως στόχο

να δημιουργήσει ρούχα, τσάντες και παπούτσια ικανά να αλλάζουν τα χρώματα με τον ίδιο τρόπο όπως κάνει και ο χαμαιλέοντας. Οι ερευνητές οραματίζονται ενδύματα κατασκευασμένα με μια πρόσφατα αναπτυγμένη ίνα, η οποία μπορεί να αντανακλά όλο το φως που χτυπά, και εφοδιασμένα με ένα μικροσκοπικό πακέτο μπαταριών. Αυτή η τεχνολογία θα επιτρέπει στα ρούχα να αλλάζουν χρώματα και σχέδια σε δευτερόλεπτα μέσω ενός διακόπτη που βρίσκεται στο πακέτο. Ωστόσο, αυτή η τεχνολογία είναι εξακολουθεί να είναι πολύ ακριβή. Για παράδειγμα, το κόστος του ενός αντρικού μπουφάν που αλλάζει χρώμα είναι περίπου \$ 10.000. (49)

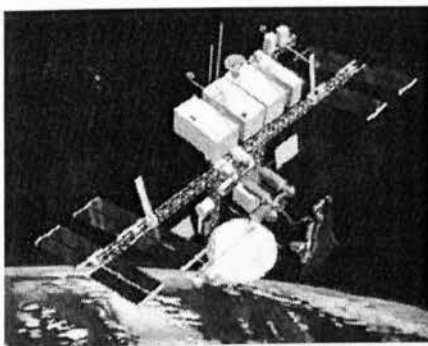


Η τεχνολογία στα ρούχα που αλλάζουν και η ικανότητα του χαμαιλέοντα να αλλάζει το χρώμα μπορεί να φαίνονται παρόμοια, αλλά στην πραγματικότητα είναι πολύ διαφορετικά (εικόνα 6-5). Ακόμα κι αν αυτή η τεχνολογία μπορεί να αλλάξει το χρώμα, στερείται πλήρως την ικανότητα του καμουφλάζ του χαμαιλέοντα που του επιτρέπει να ταιριάζει στο περιβάλλον.

Εικόνα 6-5.

#### 515-εκατομμυρίων-ετών-παλαιός Οπτικός Σχεδιασμός :

Σε άρθρο που δημοσιεύθηκε στο American Scientist, γνωστό αμερικανικό επιστημονικό περιοδικό, ο Andrew R. Parker δηλώνει ότι ο ίδιος και οι συνεργάτες του εξέτασαν μια μουμιοποιημένη μύγα που συντηρήθηκε μέσα σε κεχρμπάρι ρητίνης για 45 εκατομμύρια χρόνια. Υπήρχε μια περιοδική δομή ξυσίματος στις



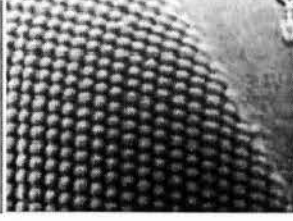
καμπύλες επιφάνειες των σωματιδίων της μύγας (ατομικά οπτικά όργανα που συνθέτουν το μάτι της μύγας). Αναλύοντας τις ανακλαστικές ιδιότητες αυτής της δομής, συνειδητοποίησαν ότι η δομή του ματιού της μύγας ήταν ένας πολύ αποτελεσματικός αντανακλαστής, ιδιαίτερα σε υψηλές γωνίες πρόσπτωσης. Η υπόθεση αυτή ήταν πράγματι επιβεβαιώθηκε σε μεταγενέστερες μελέτες.

Εικόνα 6-6.

Χάρη σε αυτές και σε άλλες διαπιστώσεις, οι επιστήμονες σήμερα έχουν καθορίσει το πώς θα αυξήσουν σημαντικά την αποδοτικότητα των ηλιακών απορροφητές και ηλιακή πάνελ που χρησιμοποιούνται για την παροχή ενέργειας για τους δορυφόρους (εικόνα 6-6). Οι εργασίες είναι σε εξέλιξη για τη μείωση της γωνιακής αντανάκλασης της υπερύθρων (θερμότητα) και των άλλων κυμάτων φωτός μιμούμενοι τη δομή του ματιού της μύγας (εικόνα 6-7). (50)



Εικόνα 6-7α.



Εικόνα 6-7β.



Εικόνα 6-7γ.

### Stenocara (σκαθάρι της ερήμου): Μία πλήρης Μονάδα Σύλληψης νερού :

Εικόνα 6-8.



Στην έρημο, όπου μπορούν να βρεθούν λίγοι έμβιοι οργανισμοί, κάποιοι εξ αυτών είναι παραδείγματα προς μίμηση. Ένα από αυτά είναι η «tenebrinoid Stenocara» σκαθάρι, που ζει στην έρημο Ναμίμπ της Νότιας Αφρικής (εικόνα 6-8). Μια έκθεση της 1ης Νοεμβρίου του 2001 για την έκδοση του «Nature», περιγράφει πώς η συλλογή του νερού για αυτόν το κάνθαρο, είναι ζωτικής σημασίας για την επιβίωσή του.

Το σύστημα δέσμευσης νερού της Stenocara, εξαρτάται από ένα ιδιαίτερο χαρακτηριστικό την πλάτη του, όπου η επιφάνειά της είναι καλυμμένη με μικροσκοπικά εξογκώματα. Η επιφάνεια αυτών των περιοχών μεταξύ αυτών των εξογκωμάτων είναι επιστρωμένη με κερί, αν και οι κορυφές των εξογκωμάτων είναι άνευ κηρός. Αυτό επιτρέπει στο σκαθάρι να συλλέγει με πιο παραγωγικό τρόπο.

Το σκαθάρι Stenocara αποσπά από τον αέρα τους υδρατμούς που εμφανίζονται σπάνια στο περιβάλλον της ερήμου. Αυτό που είναι αξιοσημείωτο είναι πως διαχωρίζει το νερό από τον αέρα της ερήμου, όπου μικροσκοπικά σταγονίδια νερού εξατμίζονται πολύ γρήγορα λόγω της θερμότητας και του ανέμου. Τέτοια σταγονίδια, που ζυγίζουν σχεδόν τίποτα, βαρύνουν κατά μήκος και παράλληλα προς το έδαφος από τον άνεμο. Ο κάνθαρος, συμπεριφέρεται σαν να το γνώριζε αυτό και γέρνει προς τα εμπρός το σώμα του στον αέρα. Χάρη στο μοναδικό σχεδιασμό του, σχηματίζονται σταγονίδια στα φτερά του και κυλούν από την επιφάνεια του σκαθαριού στα στοματικά μόρια του. (51)

Εξετάζοντας τα χαρακτηριστικά αυτού του σκαθαριού με ένα ηλεκτρονικό μικροσκόπιο, οι επιστήμονες διαπίστωσαν ότι είναι ένα τέλειο μοντέλο για τη σκηνή που παγιδεύει το νερό και για επικαλύψεις κτιρίων, ή συμπυκνωτές νερού και κινητήρες.

### 100% απόδοση παραγωγής φωτός από πυγολαμπίδες :

Από την άκρη της κοιλιάς τους οι πυγολαμπίδες παράγουν πράσινο-κίτρινο φως. Αυτό το φως, παράγεται στα κύτταρα τα οποία περιέχουν μια χημική ουσία που



ονομάζεται luciferin (λουσιφερίνη), η οποία αντιδρά με το οξυγόνο και ένα ένζυμο, γνωστό ως «luciferase». Το σκαθάρι μπορεί να ανάψει ή να σβήσει το φως και ανάλογα με τη μεταβολή του ποσού του αέρα που εισέρχεται από τα κύτταρα στους αναπνευστικούς του σωλήνες. Μια κανονική λάμπα νοικοκυριού έχει επίπεδο παραγωγικότητας ένα 10%, ενώ το υπόλοιπο 90% της ενέργειας χάνεται ως θερμότητα. Αλλά σε μια πυγολαμπίδα, σχεδόν το 100% της παραγόμενης ενέργειας είναι το φως, που εκπροσωπεί με αυτή την πολύ αποδοτική διαδικασία, ένας στόχο για τους επιστήμονες να στοχεύσουν (εικόνα 6-9). (52)

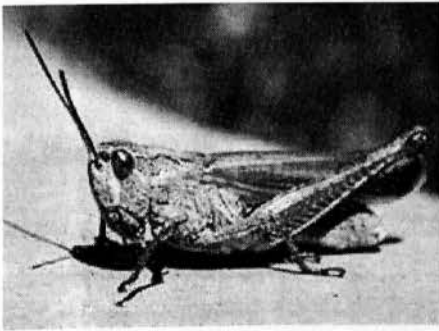


Εικόνα 6-9.

### Μια λύση στα προβλήματα της κυκλοφορίας από τις ακρίδες:

Αυτοκινητιστικά ατυχήματα κοστίζουν εκατομμύρια ζωές κάθε χρόνο. Στην αναζήτησή του για μια λύση, ο επιστημονικός κόσμος πιστεύει τώρα ότι μόνο οι ακρίδες μπορεί να προσφέρουν μόνο μια τέτοια λύση (εικόνα 6-10). Ακόμα κι αν ακρίδες ταξιδεύουν σε σμήνη των εκατομμυρίων, η έρευνα έχει δείξει ότι ποτέ δεν συγκρούονται μεταξύ τους. Η απάντηση στο πώς το αποφεύγουν οι ακρίδες αυτό, οδήγησε στην έναρξη ενός νέου ολόκληρου επιστημονικού ορίζοντα.

Πειράματα καθορίζουν, ότι οι ακρίδες στέλνουν ένα ηλεκτρονικό μήνυμα για κάθε οργανισμό που τις πλησιάζει, ώστε να προσδιορίσουν τη θέση του εν λόγω οργανισμού και στη συνέχεια αλλάζουν κατεύθυνση αναλόγως. (53) Οι εφευρέτες προσπαθούν τώρα να εφαρμόσουν τη μέθοδο που χρησιμοποιούν οι ακρίδες, προκειμένου να επιλυθεί ένα πρόβλημα που έχει παραμείνει δυσεπίλυτο για χρόνια (εικόνα 6-10).



Εικόνα 6-10.



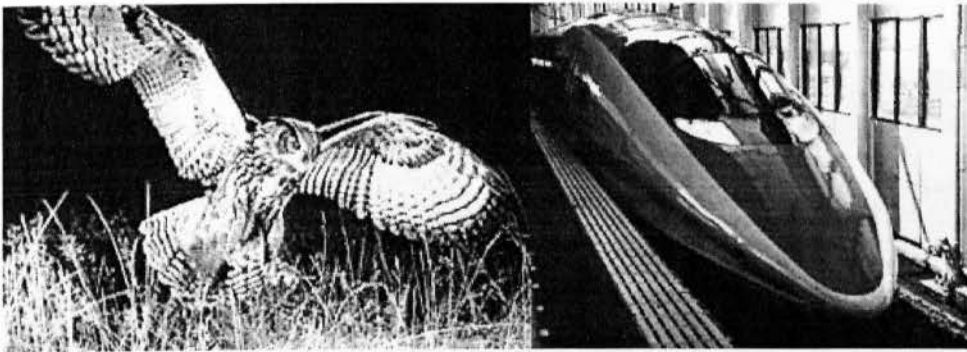
Εικόνα 6-11.

### Οι πτητικές μέθοδοι των πουλιών ως πρότυπο για υψηλής ταχύτητας τρένα :

Όταν οι ιάπωνες μηχανικοί σχεδίαζαν τα υψηλής ταχύτητας series-500 ηλεκτρικά τρένα, αντιμετώπισαν ένα μεγάλο πρόβλημα : εξετάζοντας τα άγρια πτηνά, για να βρουν τη τέλεια λύση, σύντομα ανακάλυψαν το σχέδιο που έψαχναν και μπορούσε να εφαρμοστεί με επιτυχία.

## Η πτήση της κουκουβάγιας και θόρυβος αμαξοστοιχίας υψηλής ταχύτητας :

Στα τρένα μεγάλης ταχύτητας που αναπτύχθηκαν από τους Ιάπωνες, η ασφάλεια είναι ένας από τους πιο σημαντικούς παράγοντες. Ένας άλλος παράγοντας, είναι η συμβατότητα με τα ιαπωνικά περιβαλλοντικά πρότυπα. Οι κανονισμοί για το θόρυβο στην Ιαπωνία όσον αφορά τους φορείς εκμετάλλευσης των σιδηροδρόμων, είναι οι πιο αυστηρές στον κόσμο. Χρησιμοποιώντας την τρέχουσα τεχνολογία, δεν είναι πραγματικά και τόσο δύσκολο να πάει πιο γρήγορα, αν και είναι δύσκολο η εξάλειψη του θορύβου, αυξανόμενης της ταχύτητας. Σύμφωνα με τους ιαπωνικούς κανονισμούς του Οργανισμού Περιβάλλοντος, τα επίπεδα θορύβου ενός σιδηροδρόμου δεν πρέπει να υπερβαίνουν τα 75 ντεσιμπέλ σε ένα σημείο 25 μέτρων (82 πόδια) μακριά από το κέντρο της σιδηροδρομικής γραμμής σε αστικές περιοχές. Σε μια διασταύρωση μέσα σε μια πόλη, όταν τα αυτοκίνητα αρχίζουν να κινούνται ταυτόχρονα στον πράσινο σηματοδότη, θα δημιουργήσουν περισσότερα από 80 ντεσιμπέλ θορύβου. Αυτό δείχνει πόσο ήσυχο πρέπει να είναι το τρένο υψηλής ταχύτητας «Σινκανσέν» (εικόνα 6-13).



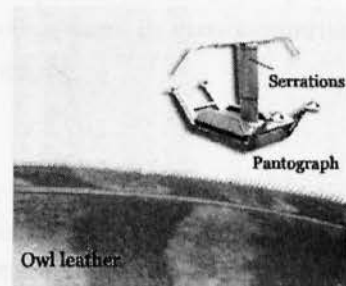
Εικόνα 6-12.

Εικόνα 6-13.

Ο λόγος για τη παραγωγή θορύβου σε ένα τρένο μέχρι μια ορισμένη ταχύτητα, είναι η κύλιση των τροχών του πάνω στις ράγες. Σε ταχύτητες των 200 kmph (125 mph) ή παραπάνω, η ηχητική πηγή γίνεται η αεροδυναμικός θόρυβος που προκαλείτε από τη κίνησή του μέσω του αέρα.

Οι κύριες πηγές του αεροδυναμικού θορύβου είναι οι παντογράφοι ή διάφοροι συλλέκτες, που χρησιμοποιούνται για να λάβουν την ηλεκτρική ενέργεια από τα αναρτημένα αλυσοειδή. Οι μηχανικοί συνειδητοποιούν πως δεν θα μπορούσαν να μειώσουν τα επίπεδα θορύβου με τους συμβατικούς ορθογώνιους παντογράφους, επικέντρωσαν την έρευνά τους για τα ζώα που κινούνται γρήγορα, αλλά σιωπηλά.

Από όλα τα πτηνά, οι κουκουβάγιες κάνουν το λιγότερο θόρυβο κατά τη διάρκεια της πτήσης (εικόνα 6-12).



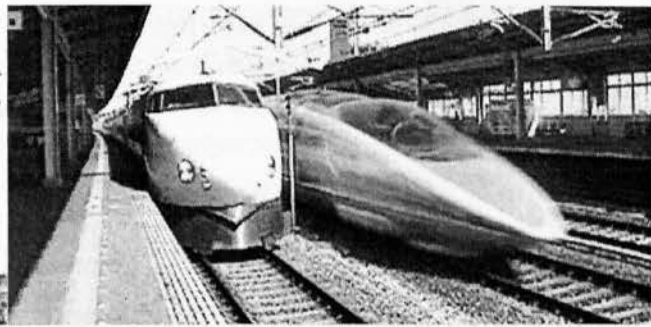
Εικόνα 6-14.

Ένας από τους τρόπους που το διαχειρίζονται αυτό, είναι μέσα από τα λοφία των φτερών τους. Επιπλέον, τα φτερά μιας κουκουβάγιας έχουν πολλά μικρά πρίνο-οδοντωτά φτερά (αυλακώσεις), ορατές ακόμα και με γυμνό μάτι, τα οποία στερούνται άλλα πτηνά. Αυτές οι αυλακώσεις δημιουργούν μικρές δίνες στη ροή του αέρα. Ο αεροδυναμικός θόρυβος προέρχεται από τις δίνες που διαμορφώνονται στη ροή αέρα. Δεδομένου ότι αυτά μεγαλώνουν σε μέγεθος, ο θόρυβος αυξάνει. Επειδή τα φτερά της κουκουβάγιας διαθέτουν πολλές πρίνο-οδοντωτές προεξοχές, δημιουργούν μικρότερες δίνες αντί των μεγάλων, και οι κουκουβάγιες μπορούν να πετούν πολύ ήσυχα (εικόνα 6-14).

Όταν οι Ιάπωνες σχεδιαστές και μηχανικοί δοκίμαζαν λούτρινες κουκουβάγιες σε αεροδυναμική σήραγγα, για άλλη μια φορά παρακολούθησαν την τελειότητα της σχεδίασης των πτερυγίων αυτών των πουλιών. Αργότερα, κατάφεραν αποτελεσματικά να μειώσουν το θόρυβο της αμαξοστοιχίας χρησιμοποιώντας παντογράφους σε σχήμα φτερού, βασιζόμενοι στην αρχή των αυλακώσεων της κουκουβάγιας. Έτσι το σύστημα του παντογράφου αναπτύχθηκε από τους Ιάπωνες, εμπνευσμένο από τη φύση και έγινε η πιο αθόρυβη λειτουργία. (54)

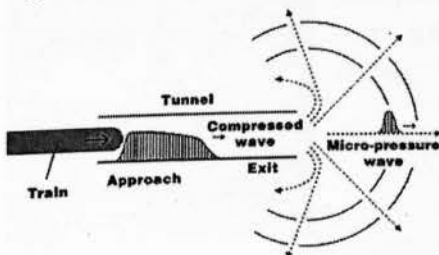


Εικόνα 6-15α.



Εικόνα 6-16.

Οι σήραγγες στις γραμμές που χρησιμοποιούνται από τρένα υψηλής ταχύτητας αντιπροσωπεύουν ένα άλλο πρόβλημα που πρέπει να λύσουν οι μηχανικοί (εικόνα 6-16). Όταν ένα τρένο μπαίνει σε μια σήραγγα με μεγάλη ταχύτητα, τα ατμοσφαιρικά κύματα πίεσης που δημιουργούνται, ανεβαίνουν και θα αναπτυχθούν σταδιακά μέχρι να γίνουν σαν παλιρροϊκά κύματα που προσεγγίζουν την έξοδο της σήραγγας με την ίδια ταχύτητα του ήχου και κατόπιν επιστρέφουν πίσω. Στην έξοδο της σήραγγας επίσης, μέρος των κυμάτων πίεσης απελευθερώνεται με έναν εκρηκτικό θόρυβο μερικές φορές.



Εικόνα 6-17.

Δεδομένου του ότι η πίεση των κυμάτων είναι περίπου το ένα χιλιοστό της ατμοσφαιρικής πίεσης ή και λιγότερο, αναφέρονται ως κύματα μικρό-πίεσης σε

σήραγγα, τα οποία διαμορφώνοντα όπως φαίνεται στο διάγραμμα (εικόνα 6-17).

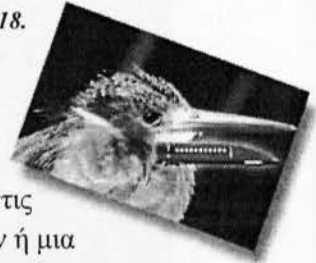
Ο πολύ ενοχλητικός θόρυβος που δημιουργήθηκε κάτω από την επίδραση των κυμάτων πίεσης μπορεί να μειωθεί με τη διεύρυνση της σήραγγας, αλλά το έργο του να τροποποιηθεί η διατομή των σηράγγων είναι πολύ δύσκολο και δαπανηρό.

Αρχικά, οι μηχανικοί πίστευαν πως η μείωση της διατομής των τρένων και κάνοντας το επίκεντρο σχήμα αιχμηρό και λείο, μπορεί να είναι μια λύση. Έβαλαν αυτές τις ιδέες σε δράση σε ένα πειραματικό τρένο, αλλά δεν κατάφερε να εξαλείψει τα μικρό-κύματα πίεσης που δημιουργήσε.

Αναρωτηθείτε αν παρόμοια δυναμική προέκυψε ως προς τη φύση, όταν οι σχεδιαστές και οι μηχανικοί σκεφτήκαν για την αλκυόνα (εικόνα 6-15). Για να κνηγούν τη λεία τους, η Αλκυόνες βουτάν στο νερό, το οποίο έχει μεγαλύτερη αντίσταση ροής από τον αέρα, και βιώνει ξαφνικές αλλαγές στην αντίσταση, όπως το τρένο που εισέρχεται στη σήραγγα (εικόνα 6-18). Κατά συνέπεια, ένα τρένο που κινείται με 300 kmph (186 mph) πρέπει να έχει ένα πρωτοποριακό σχήμα σαν ράμφος της αλκυόνας, το οποία διευκολύνει την κατάδυση του πουλιού.

*Εικόνα 6-18.*

Οι μελέτες που πραγματοποιούνται από το Ιαπωνικό σιδηροδρομικό Τεχνικής Ερευνητικό Ινστιτούτο και το Πανεπιστήμιο του Κιούσου, αποκάλυψε ότι το ιδανικό σχήμα για να καταστείλει τα μικρό-κύματα πίεσης στις σήραγγες, ήταν μια μορφή ανακυκλούμενων παραβολοειδών ή μια σφήνα. Ένα κοντινό πλάνο της διατομής της μορφής του ανώτερου και κατώτερου ράμφους της αλκυόνας φαίνεται στο σχήμα. (55)



Για να πιάσει το θήραμά της, η αλκυόνα καταδύεται από τον χαμηλής αντίστασης αέρα στο υψηλής αντίστασης νερό. Ακριβώς όπως το ράμφος του πουλιού διευκολύνει μια τέτοια βουτιά, εμποδίζει κιόλας το σώμα του να τραυματιστεί. Επίσης, η αλκυόνα χρειάζεται να είναι σε θέση να δει τη λεία της, καθώς βουτά στο νερό. Το πουλί διαθέτει ένα προστατευτικό μηχανισμό για να προστατεύσει τα μάτια του, χωρίς να περιορίζει την ικανότητα του να δει και να καταλάβει την υποβρύχια λεία του. Όταν κάποιος έχει κατά νου το γεγονός πως τα υποβρύχια αντικείμενα φαίνονται να είναι κάπου αλλού από ότι εκεί που πραγματικά είναι, όταν κάποιος βλέπει πάνω από το νερό, η σημασία του γεγονότος αυτού γίνεται ακόμη πιο σαφής.

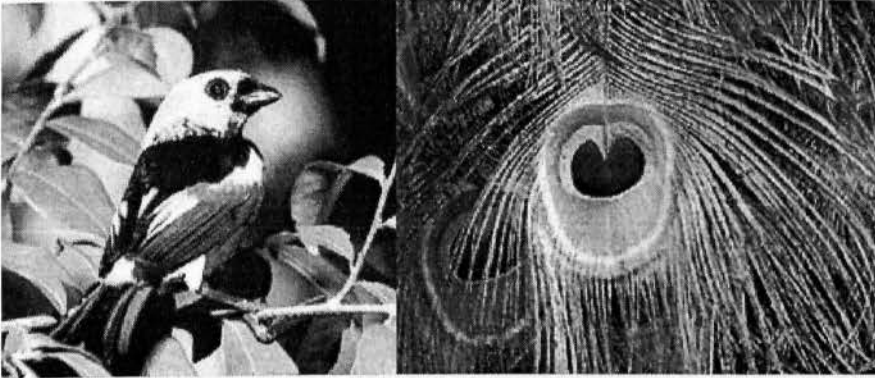


*Εικόνα 6-15β.*

## Φτερά παγωνιού και Αυτό-εναλλασσόμενα σήματα σε οθόνη :

Στα φτερά ενός παγωνιού, η κερατίνη σε συνδυασμό με το καφέ φτερό χρωστικής μελανίνης, τη μόνη χρωστική ουσία που περιέχουν αυτά τα φτερά, επιτρέπουν στο φως να διαθλούν έτσι ώστε να μπορούμε να δούμε το χρώμα τους εικόνα (6-19). Τα φωτεινά και τα σκούρα χρώματα που βλέπουμε στα φτερά, προέρχονται από την κατευθυνόμενη διαστρωμάτωση της κερατίνης. Οι εξαιρετικά φωτεινές αποχρώσεις στα φτερά του παγωνιού, προέρχονται από αυτό το διαρθρωτικό χαρακτηριστικό.

Η φύση ενέπνευσε μια ιαπωνική εταιρεία για την ανάπτυξη επαναχρησιμοποιήσιμων σημάτων οθόνης, των οποίων οι επιφάνειες είναι δομικές κάτω από υπεριώδες φως, το οποίο αλλάζει τη κρυσταλλική ευθυγράμμιση των υλικών της, εξαλείφοντας έτσι ορισμένα χρώματα, έτσι ώστε να εμφανιστεί το επιθυμητό μήνυμα. Αυτά τα σημάδια μπορούν να χρησιμοποιηθούν ξανά και ξανά και είναι χαραγμένα με νέες εικόνες. Αυτό εξαλείφει το κόστος παραγωγής νέων σημάτων, καθώς και την ανάγκη για τη χρήση τοξικών χρωμάτων. (56)



Εικόνα 6-19α.

Εικόνα 6-19β.

## Μια λύση για τους Υπολογιστές από τις πεταλούδες :

Εικόνα 6-20.



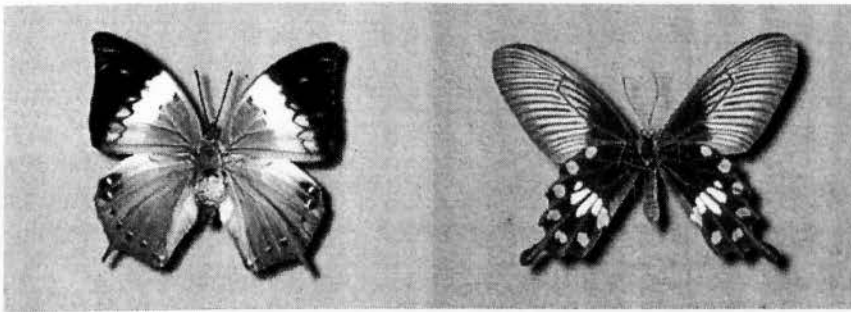
Χρησιμοποιούμε τους υπολογιστές τόσο εκτεταμένα ώστε έχουν γίνει μέρος της κάθε στιγμή της ζωής μας 24 ώρες την ημέρα-στο σπίτι, στην εργασία, ακόμη και στα αυτοκίνητά μας. Η τεχνολογία των υπολογιστών αναπτύσσεται ραγδαία μέρα με τη μέρα, και την αυξάνοντας τα βιοτικά

επίπεδα απαιτείται η λειτουργία των ηλεκτρονικών υπολογιστών να αυξηθεί με τον ίδιο ρυθμό και αυξάνεται με ταχύτερο ρυθμό συνέχεια. Τα τελευταία μοντέλα μπορούν να επιτύχουν ταχύτητες που κόβουν την ανάσα, και διαθέτουν ταχύτερα τσιπ σημαίνει ότι οι υπολογιστές μπορούν να πραγματοποιούν περισσότερες εργασίες σε λιγότερο χρόνο. Ωστόσο, τα ταχύτερα τσιπ οδηγούν σε μεγαλύτερη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, το οποίο έχει αποτέλεσμα να τα ζεσταίνει. Είναι σημαντικό για τα τσιπ των υπολογιστών να κρυώσουν, για να αποφύγουν την τήξη. Οι υφιστάμενοι

ανεμιστήρες δεν επαρκούν πλέον για να κρυώσουν τα τελευταίας γενιάς τσιπ. Οι σχεδιαστές ψάχνουν για λύση στο πρόβλημα αυτό και τελικά δήλωσαν πως έχουν βρει μια λύση στη φύση.

Τα φτερά της πεταλούδας περιέχουν μια τέλεια δομή στο σχεδιασμό τους (εικόνα 6-20). Η έρευνα που διεξάγεται στο Πανεπιστήμιο Tufts αποκάλυψε ότι υπάρχει ένα σύστημα ψύξης στα φτερά της πεταλούδας. Αυτό το σύστημα σε σύγκριση με εκείνο των τσιπ των υπολογιστών, έχει πολύ καλύτερη απόδοση. Μια ομάδα με επικεφαλής τον επίκουρο καθηγητή της έρευνας της μηχανολογίας Peter Wong, χρηματοδοτήθηκε από το αμερικανικό Εθνικό Ίδρυμα Επιστημών για να μελετήσει τον τρόπο με τον οποίο οι ιριδίζουσες πεταλούδες ελέγχουν τη θερμότητα (εικόνα 6-21).

Δεδομένου ότι οι πεταλούδες είναι ψυχρόαιμα όντα, πρέπει να ρυθμίζουν συνεχώς τη θερμοκρασία του σώματός τους. Αυτό είναι ένα σοβαρό πρόβλημα, επειδή η τριβή κατά τη διάρκεια της πτήσης, οδηγεί σε έκκληση σημαντικών ποσοτήτων θερμότητας. Αυτή η θερμότητα πρέπει να ψύχεται αμέσως. Διαφορετικά, η πεταλούδα δεν θα επιβιώσει. Η λύση παρέχεται από τα εκατομμύρια των μικροσκοπικών κλιμάκων, που ονομάζονται thin-film δομές, που προσκολλούνται στα φτερά τους (εικόνα 6-22). Η εκλυόμενη θερμότητα έτσι διασκορπίζεται. (57) Η ομάδα υπολογίζει ότι η έρευνα αυτή θα είναι χρήσιμη για τους κατασκευαστές τσιπ όπως η Intel και η Motorola στο εγγύς μέλλον.

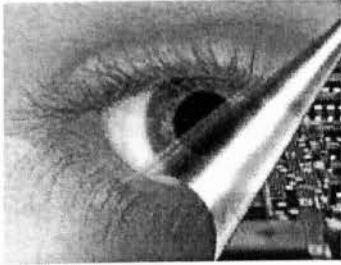


Εικόνα 6-21.

Εικόνα 6-22.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

### ΌΡΓΑΝΑ ΑΝΩΤΕΡΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

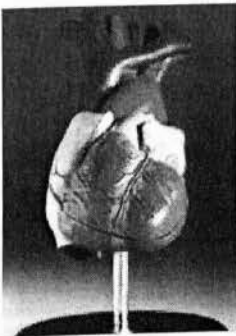


Εικόνα 7-1.

Επιστήμονες λένε πως έχουν την οπτική οξύτητα του ματιού. Χρησιμοποιώντας 64 ηλεκτρονικούς υπολογιστές, παράχθηκε μία ψηφιακή εικόνα, που χρειάστηκε μόλις μερικά δευτερόλεπτα για να αποκτηθεί. Αυτή είναι μια πλέον σημαντική εξέλιξη, αλλά δεν πρέπει να ξεχαστεί ένα σημείο. Σε μόλις ένα δέκατο του δευτερολέπτου, τα μάτια των ανθρώπων μπορούν να σχηματίσουν μια εικόνα που δεν καταλαμβάνει περισσότερο χώρο από ένα τετραγωνικό χιλιοστό στον αμφιβληστροειδή. Με αυτό κατά νου, μπορεί να δει κανείς ότι το ανθρώπινο μάτι είναι πολύ πιο γρήγορο και πιο λειτουργικό από ότι 64 υπολογιστές που χρησιμοποιούν την πιο σύγχρονη τεχνολογία (εικόνα 7-1).

**Η τεχνολογία είναι αδύνατο να μιμηθεί την ανθρώπινη καρδιά :**

Εικόνα 7-2α.



Εικόνα 7-2β.

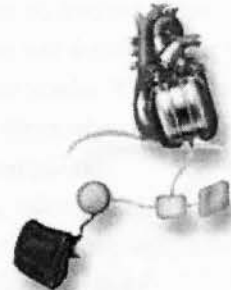


Τα ανθρώπινα όντα ζουν κατά μέσο όρο μεταξύ 70 και 80 ετών. Η ανθρώπινη καρδιά κτυπά περίπου 70 με 80 φορές το λεπτό, για ένα σύνολο πολλών δεσεκατομμυρίων φορών κατά τη διάρκεια της ζωής ενός ατόμου. Η εταιρεία Abiomed, γνωστή για τις έρευνές της πάνω στις τεχνητές καρδιές, έχει δηλώσει ότι παρά τις εργασίες της, δεν είναι σε θέση να μιμηθεί την άψογη λειτουργία που εμφανίζει η καρδιά με επιτυχία όλα αυτά τα χρόνια. Μια πρόσφατα αναπτυγμένη τεχνητή καρδιά της εταιρείας (εικόνα 7-2), κατάφερε να πετύχει 175 εκατομμύρια κύττους, ή αλλιώς περίπου πέντε χρόνια, που φαίνεται ότι είναι ένας σημαντικός στόχος. (58)

Ένα προϊόν της τελευταίας τεχνολογίας, όπως αυτή η τεχνητή καρδιά (εικόνα 7-3), έχει δοκιμαστεί σε μύσους πριν από τον άνθρωπο, αν και τα μωσχάρια επέζησαν μόνο για λίγους μήνες. Η τεχνητή καρδιά που έχει αναπτύξει η εταιρία, έχει

διατεθεί σε μελέτες ασφάλειας σε ανθρώπους ασθενείς με καρδιακή ανεπάρκεια το 2004. Αλλά, προφανώς, οι ερευνητές βρίσκουν πως η καρδιά του ανθρώπου είναι τόσο δύσκολο να μιμηθεί. Ο Steven Vogel του Πανεπιστημίου Duke, ένας βιομηχανικός ο οποίος έχει γράψει επίσης ένα βιβλίο για το θέμα αυτό, περιγράφει:

Είναι ότι οι κινητήρες που έχουμε στη διάθεσή μας, ανεξάρτητα από την εργασία τους, την ισχύ εξόδου ή την αποτελεσματικότητά τους, δουλεύουν τόσο διαφορετικά. Ο μυς είναι ένα μαλακό, υγρό, συσπασμένο κινητήρα, και αυτό δε μοιάζει με τίποτα από αυτό που υπάρχει στο τεχνολογικό οπλοστάσιο μας. Έτσι δεν μπορούμε να μιμηθούμε μια καρδιά. . . (59)



Εικόνα 7-3.

Στη φυσική καρδιά, χρησιμοποιείτε ο μυς ως ένα δοχείο και το δοχείο αντλεί από μόνο του. Οι αντλίες που λειτουργούν με τον ίδιο τρόπο όπως η καρδιά περιέχουν ένα δοχείο και ένα σύστημα που αντλεί το υγρό. Στην καρδιά, όμως, το δοχείο διεξάγει τη δική του άντληση. (60)

Οι ερευνητές, αναρωτιούνται πώς μπορούν να κάνουν μία καρδιά που να κάνει τις συμβιβάζεται με τις ανάγκες της, θέτοντας τους εσωτερικούς τοίχους των δύο κοιλιών σε κίνηση με την τοποθέτηση ενός χωριστού κινητήρα μεταξύ τους. Αυτή η τεχνητή καρδιά λειτουργεί με μια μπαταρία που βρίσκεται στην κοιλιά του ασθενούς. Αυτή η μπαταρία πρέπει να επαναφορτίζεται συνεχώς από τα ραδιοκύματα που εκπέμπονται από μια επαναφορτιζόμενη μπαταρία που θα φέρει ο ασθενείς σε ένα λουρί.

Οι φυσικές καρδιές μας, από την άλλη πλευρά, δεν έχουν ανάγκη από μια μπαταρία για την ενέργεια, επειδή διαθέτουν ένα απaráμιλλο μινώδη σχεδιασμό ικανό να δημιουργήσει τη δική του ενέργεια σε κάθε κύτταρο. Ένα άλλο χαρακτηριστικό της καρδιάς που δεν μπορεί να αναπαραχθεί είναι η ασύγκριτη απόδοση των παλμών της. Στην πραγματικότητα, η καρδιά μπορεί να αντλεί πέντε λίτρα αίματος το λεπτό κατά τη διάρκεια της ανάπαυσης, το οποίο μπορεί να ανέλθει στα 25-30 λίτρα κατά τη διάρκεια της άσκησης. Αντίθετα η τεχνητή καρδιά που έκανε η προαναφερθείσα εταιρεία μπορεί να αντλήσει μόνο 10 λίτρα αίματος το λεπτό, στην καλύτερη περίπτωση, πράγμα που δεν επαρκεί για ένα μεγάλο αριθμό των κανονικών δραστηριοτήτων της. (61)

Η πραγματική καρδιά τρέφεται και ενισχύεται ανάλογα με τις ανάγκες της από το αίμα που αντλιών. Αυτή η καρδιά μπορεί να λειτουργήσει για 50 έως 60 χρόνια χωρίς την ανάγκη για επισκευές. Η καρδιά έχει την ικανότητα της αυτό-ανανέωσης, που είναι και ο λόγος που ποτέ δεν χάνει την ικανότητά της για απρόσκοπτη εργασία. Αυτό είναι ένα ακόμα χαρακτηριστικό που τις καθιστά αδύνατο να μιμηθούν τεχνητά.



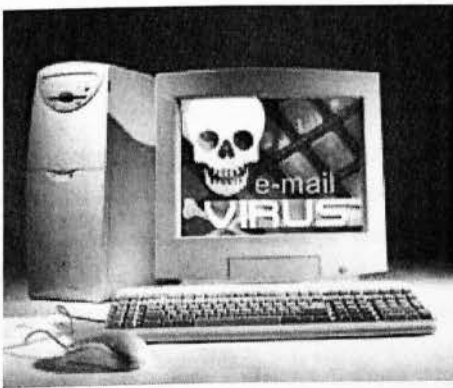
## Από το ανοσοποιητικό σύστημα, μια λύση για την απειλή ιών των υπολογιστών :

Όταν ένας υπολογιστής επηρεάζεται από έναν ιό, αυτό σημαίνει ότι και οι υπόλοιποι υπολογιστές ανά τον κόσμο μπορεί σύντομα να βρεθούν μολυσμένοι. Πολλές εταιρείες, ως εκ τούτου, έχουν δει ότι είναι απαραίτητο να συσταθεί ένα "ανοσοποιητικό σύστημα" για την προστασία των συστημάτων του δικτύου τους από ιούς και να συνεχίσει να διεξάγει εντατική έρευνα σε αυτόν τον τομέα. Ένα από τα κέντρα που εκτελεί το έργο της απομόνωσης του ιού, είναι το εργαστήριο στο Watson Research της IBM Center στη Νέα Υόρκη. Εκεί, ένα υψηλής ασφάλειας μικροβιολογικό εργαστήριο λειτουργεί με θανατηφόρους ιούς, επίσης εκεί, παραγωγικά προγράμματα έχουν διαγνώσει 12.000 ή και περισσότερους ιούς που έχουν εντοπισθεί μέχρι στιγμής και επίσης απομονώνει τους ιούς από έναν υπολογιστή με ασφαλή τρόπο και στη συνέχεια τους εξουδετερώνουν.

Η IBM είναι μόνο μία από τις επιχειρήσεις που προσπαθούν να κατασκευάσουν ένα παγκόσμιο ανοσοποιητικό σύστημα για την προστασία των υφιστάμενων συστημάτων πληροφορικής από τις απειλές του ιού στον κυβερνοχώρο. Ο Steve White, μία από τις εταιρείες στελέχη, αναφέρει ότι για την επίτευξη αυτού του στόχου, απαιτείται ένα ανοσοποιητικό σύστημα, όπως το ανθρώπινο σώμα.

Η ύπαρξη του ανοσοποιητικού συστήματος είναι αυτή που επιτρέπει στην ανθρώπινη φυλή να υπάρχει. Μόνο ένα ανοσοποιητικό σύστημα στον κυβερνοχώρο θα του επιτρέψει να υπάρχει. (62)

Εικόνα 7-4.



Ακολουθώντας αυτή την αναλογία μεταξύ του υπολογιστή και των έμβιων όντων, οι ερευνητές έχουν αρχίσει την παραγωγή προστατευτικών προγραμμάτων που λειτουργούν όπως το δικό μας ανοσοποιητικό σύστημα. Πιστεύουν ότι αυτό που έχουμε μάθει από την επιδημιολογία (ο κλάδος της επιστήμης που μελετά τις μεταδοτικές ασθένειες) και της ανοσολογίας (η οποία ασχολείται με το ανοσοποιητικό σύστημα) θα είναι σε θέση να προστατεύουν τα ηλεκτρονικά προγράμματα από νέες απειλές, με τον ίδιο τρόπο όπως τα αντισώματα προστατεύουν τους ζωντανούς οργανισμούς. Οι ιοί των υπολογιστών είναι έξυπνα αυτό αναπαραγόμενα προγράμματα, που έχουν σχεδιαστεί για να διεισδύουν σε υπολογιστές, πολλαπλασιάζονται αντιγράφοντας τον εαυτό τους και καταστρέφουν ή ληστεύουν τους υπολογιστές στους οποίους μπαίνουν (εικόνα 7-4). Ενδείξεις ότι οι εν λόγω ιοί περιλαμβάνουν σήμερα μια επιβράδυνση του συστήματος πληροφορικής, περιστασιακές μυστηριώδης βλάβες στα αρχεία, και μερικές φορές, την πλήρη

αποτυχία ή συντριβή, του ίδιου τον υπολογιστή, όπως γίνεται και με τις διάφορες ασθένειες που προσβάλλουν τον άνθρωπο.

Για την προστασία των υπολογιστών μας κατά της απειλής των ιών, προγράμματα αναγνώρισης αναζητούν κάθε κώδικα στη μνήμη του υπολογιστή, για να βρει τα ίχνη των ιών που έχουν ήδη εντοπιστεί και αποθηκευτεί στη μνήμη των προγραμμάτων. Οι ιοί των υπολογιστών φέρουν ίχνη από την υπογραφή του συγγραφέα του λογισμικού που τους κάνει να αναγνωρίζονται. Όταν το πρόγραμμα αναζήτησης του υπολογιστή, αναγνωρίσει αυτή την αποκαλυπτική υπογραφή, προειδοποιεί ότι ο υπολογιστής έχει προσβληθεί από ιό.

Ακόμα κι έτσι, τα προγράμματα προστασίας από ιούς δεν μπορούν να προσφέρουν πλήρη προστασία για τους υπολογιστές. Ορισμένοι προγραμματιστές μπορούν να γράψουν νέους ιούς μέσα σε λίγες μέρες και να τους εισάγουν πάλι στον κυβερνοχώρο μέσω ενός μόνο μολυσμένου υπολογιστή. Ούτως εχόντων των πραγμάτων, είναι ζωτικής σημασίας πως τα προγράμματα εντοπισμού ιών πρέπει να ενημερώνεται συνεχώς ώστε να έχουν τις πληροφορίες που χρειάζονται για να αναγνωρίζουν νέους ιούς. Νέα anti-virus προγράμματα πρέπει να προσθέτονται συνεχώς, ως εκ τούτου, για την προστασία από την απειλή του ιού.

Με την αυξανόμενη παγκόσμια εξάπλωση της χρήσης του Διαδικτύου, αυτοί οι ιοί έχουν αρχίσει να εξαπλώνονται πολύ γρήγορα και να προκαλούν σοβαρή βλάβη σε μολυσμένους υπολογιστές. Οι ερευνητές της IBM έχουν βρει λύσεις, με τη μίμηση των φυσικών παραδειγμάτων. Πρώτα απ' όλα, ακριβώς όπως οι βιολογικοί-ιοί στη φύση, έτσι και οι τεχνητοί ιοί υπολογιστών, χρησιμοποιούν το κεντρικό πρόγραμμα του υπολογιστή για να πολλαπλασιαστούν. Ξεκινώντας από αυτή την αναλογία, οι ερευνητές ερευνήσαν, πώς το ανθρώπινο ανοσοποιητικό σύστημα λειτουργεί για να προστατεύσει το σώμα.

Όταν συναντά ένα ξένο οργανισμό, το σώμα αρχίζει αμέσως τη δημιουργία αντισωμάτων που θα αναγνωρίσουν τον εισβολέα και θα τον καταστρέψουν. Το ανοσοποιητικό σύστημα δε χρειάζεται να αναλύσει το σύνολο του κυττάρου που μπορεί να οδηγήσει σε ασθένεια. Μόλις οποιαδήποτε προκαταρκτική λοίμωξη έχει κατασταλεί, ο οργανισμός διατηρεί τον αριθμό των κατάλληλων αντισωμάτων σε ετοιμότητα, ώστε να ανταποκριθούν άμεσα σε οποιαδήποτε μελλοντική υποτροπή. Χάρη σε αυτά τα αντισώματα, τα οποία μένουν σε κατάσταση αναμονής, δεν υπάρχει ανάγκη να εξετασθεί το σύνολο του μολυσμένου κυττάρου. Ομοίως, τα υφιστάμενα αντί-υικά (anti-virus) προγράμματα περιλαμβάνουν επίσης «αντισώματα» που δεν αναγνωρίζουν το σύνολο του ιού στον υπολογιστή, αλλά μόνο την υπογραφή του.

### **Από το μάτι στις κάμερες: η τεχνολογία της όρασης :**

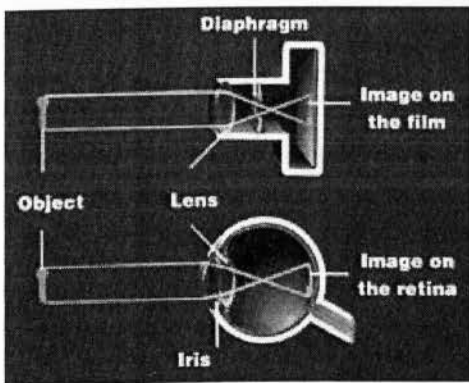
Τα μάτια των σπονδυλωτών μοιάζουν με σφαίρες με ανοίγματα, που ονομάζεται κόρες των ματιών, μέσω των οποίων εισέρχεται το φως. Πίσω από τις κόρες είναι οι φακοί. Το φως περνάει πρώτα από αυτούς τους φακούς, στη συνέχεια, μέσα από το υγρό που γεμίζει το μάτι, και τελικά χτυπά τον αμφιβληστροειδή. Στον

αμφιβληστροειδή υπάρχουν περίπου 100 εκατομμύρια κύτταρα γνωστά ως ράβδοι και κώνοι. Τα κύτταρα ράβδο διακρίνονται ανάμεσα σε φετινά και σκοτεινά και οι κώνοι ανιχνεύουν χρώματα. Όλα αυτά τα κύτταρα μετατρέπουν το φως που πέφτει πάνω τους σε ηλεκτρικά σήματα και το στέλνουν στον εγκέφαλο μέσω του οπτικού νεύρου.

Το μάτι ρυθμίζει την ένταση του φωτός που εισέρχεται μέσω της ίριδας, που περιβάλλει την κόρη του ματιού. Η ίριδα είναι σε θέση να διαστέλλεται και συστέλλεται, χάρη στους μικρούς τους μύες. Ομοίως, η ποσότητα του φωτός που εισέρχεται σε μια κάμερα περιορίζεται από μια συσκευή γνωστή ως διάφραγμα. Στο βιβλίο του «Άγρια Τεχνολογία» ο Φιλ Γκέιτς, περιγράφει πώς η φωτογραφική μηχανή είναι ένα πολύ απλό αντίγραφο του ματιού:

Οι κάμερες είναι πρωτόγονες, μηχανικές εκδόσεις των σπονδυλωτών ματιών. Είναι φώτο - προστατευτικά κουτιά εξοπλισμένα με ένα φακό που εστιάζει μια εικόνα στο φιλμ που εκτίθενται εν συντομία, όταν ανοίξει το κλείστρο. Στα μάτια η εικόνα εστιάζει αλλάζοντας το σχήμα του φακού, αλλά οι κάμερες εστιάζουν αλλάζοντας από την απόσταση του φακού από το φιλμ. (63)

Εικόνα 7-5.



### Εστίαση :

Αυτό είναι το πρώτο βήμα για τη λήψη μιας φωτογραφίας. Ο ίδιος τρόπος που γίνεται η εστίαση σε μια εικόνα, είναι επίσης απαραίτητος, ώστε να πέσει και πάνω στον ευαίσθητο αμφιβληστροειδή του ματιού. Με τις κάμερες, αυτό γίνεται με το χέρι ή αυτόματα στα πιο εξελιγμένα μοντέλα. Μικροσκόπια και τηλεσκόπια, που χρησιμοποιούνται για να δουν κοντά και μακριά, μπορεί επίσης να εστιάζουν,

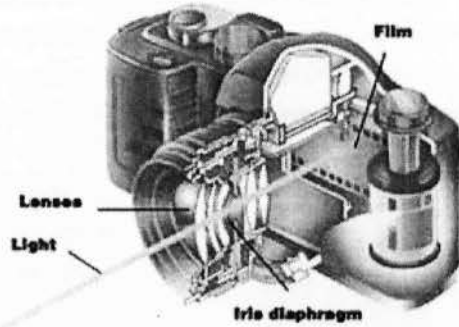
αλλά η διαδικασία αυτή προϋποθέτει πάντα μια ορισμένη απώλεια χρόνου (εικόνα 7-5).

Το ανθρώπινο μάτι, από την άλλη πλευρά, εκτελεί αυτή τη διαδικασία συνεχώς από μόνο του, και πολύ πιο γρήγορα. Επιπλέον, η μέθοδος που χρησιμοποιεί είναι τόσο ανώτερη που δεν είναι δυνατόν να αποτελέσει αντικείμενο μίμησης. Χάρη στους μύς γύρω του, ο φακός στέλνει την εικόνα πάνω στον αμφιβληστροειδή. Πολύ εύελικτα, αυτός ο φακός αλλάζει σχήμα, οξύνοντας το σημείο στο οποίο το φως πέφτει με τη διεύρυνση ή τη συστολή του.

Εάν ο φακός δεν το κάνει αυτό αυτόματα, για παράδειγμα, εάν έπρεπε συνειδητά να επικεντρωθούμε στο αντικείμενο της προσοχής μας-τότε θα έπρεπε να κάνουμε συνεχή προσπάθεια ώστε να μπορέσουμε να δούμε. Εικόνες στην όραση μας δημιουργούν θολούρα εντός και εκτός εστίασης. Θα απαιτούσε πολύ χρόνο ώστε να δούμε οτιδήποτε σωστά και ως εκ τούτου, όλες οι ενέργειές μας θα επιβραδύνονταν.

## Ρυθμίσεις Φωτός :

Μια φωτογραφία που τραβήχτηκε κατά τη διάρκεια της ημέρας θα είναι πολύ σαφής, αλλά όχι αν το ίδιο φιλμ χρησιμοποιούνταν για να πάρουμε μια λήψη του νυχτερινού ουρανού. Ωστόσο, ακόμη και αν τα μάτια μας ανοίγουν και κλείνουν σε λιγότερο από ένα δέκατο του δευτερολέπτου, μπορούμε να δούμε τα αστέρια ξεκάθαρα, επειδή τα μάτια μας ρυθμίζονται αυτόματα,



Εικόνα 7-6.

σύμφωνα με τις διάφορες εντάσεις του φωτός. Οι μύες γύρω από την κόρη του ματιού του επιτρέπουν να συμβεί. Αν το περιβάλλον μας είναι σκοτεινό, οι μύες επεκτείνονται, ο μαθητής διευρύνει περισσότερο και έτσι περισσότερο φως επιτρέπεται να εισέλθει στο μάτι. Με άφθονο φως, οι μύες ζαρώνουν, η κόρη του ματιού συρρικνώνεται και λιγότερο φως επιτρέπεται να εισέλθει στο μάτι. Αυτός είναι ο λόγος που απολαμβάνουμε ξεκάθαρο εικόνα, νύχτα και ημέρα (εικόνα 7-6).

## Ένα παράθυρο σε ένα χρωματιστό κόσμο :



Το μάτι "ασφαλίζει" τόσο μια ασπρόμαυρη εικόνα όσο και μια χρωματιστή ταυτόχρονα. Αυτές οι δύο εικόνες σε συνδυασμό αργότερα στον εγκέφαλο, όπου παίρνουν μια φυσιολογική εμφάνιση, με τον ίδιο τρόπο όπως και η τετράχρωμη φωτογραφία συνδυάζουν μαύρο με κόκκινο, κίτρινο, μπλε για να παράγει μια ρεαλιστική έγχρωμη εικόνα. Τα

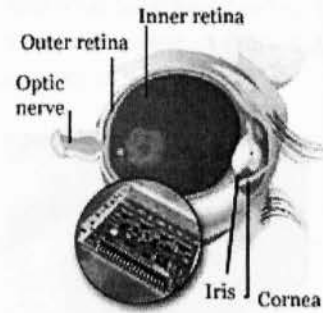
Εικόνα 7-7:

ραβδοειδή κύτταρα στον αμφιβληστροειδή αντιλαμβάνονται αντικείμενα σε μαύρο και άσπρο, αλλά με ένα λεπτομερή τρόπο. Τα κωνοειδή κύτταρα προσδιορίζουν τα χρώματα. Ως αποτέλεσμα, τα σήματα που λαμβάνονται αναλύονται, και τα μυαλά μας αποτελούν μια έγχρωμη εικόνα του έξω κόσμου (εικόνα 7-7).

## Η υψηλή τεχνολογία του Ματιού :

Σε σύγκριση με το μάτι, οι φωτογραφικές μηχανές διαθέτουν μια πολύ πιο πρωτόγονη δομή. Οι οπτικές εικόνες είναι πολλές φορές πιο ακριβής από εκείνες που μπορούν να ληφθούν ακόμα και με την πιο ανεπτυγμένη μηχανή. Ως αποτέλεσμα, οι εικόνες αυτές που γίνονται αντιληπτές από το μάτι είναι πολύ καλύτερης ποιότητας από εκείνες που παρέχονται από οποιονδήποτε ανθρώπινο εξοπλισμό.

Όλη αυτή η ιδέα μπορεί να γίνει καλύτερα κατανοητή αν εξετάσουμε τις αρχές της τηλεοπτικής κάμερας, η οποία λειτουργεί με τη διαβίβαση πολλών σημείων φωτός. Κατά τη διάρκεια της εκπομπής, η σαρωτική διαδικασία εφαρμόζεται, και έτσι, το αντικείμενο πριν από την κάμερα διαιρείται σε ένα συγκεκριμένο αριθμό γραμμών. Μια λυχνία φωτοκύτταρου σαρώνει όλες τις τελείες σε κάθε γραμμή διαδοχικά, από αριστερά προς τα δεξιά. Αφού ολοκληρωθεί η σάρωση μια γραμμή, κινείται προς την επόμενη, και η διαδικασία συνεχίζεται. Αναλύονται οι τιμές του φωτός κάθε κουκκίδας, και το προκύπτον σήμα εκπέμπεται. Αυτό το φωτοκύτταρο ελέγχει 625 ή 819 γραμμές στο ένα εικοστό πέμπτο του δευτερολέπτου. Όταν ολοκληρωθεί μια εικόνα, μια νέα μεταδίδεται. Με αυτόν τον τρόπο η ποσότητα των σημάτων που εκπέμπονται είναι πολύ υψηλή, όλα δημιουργήθηκαν από μια εκθαμβωτική ταχύτητα (εικόνα 7-8).



Εικόνα 7-8.

### Οι επιστήμονες προσπαθούν να μιμηθούν το μάτι :

Κατάπληκτοι από τη λειτουργία του ματιού, και επιδιώκουν να επαναλάβουν τα μοναδικά του χαρακτηριστικά στον τεχνολογικό τομέα, οι επιστήμονες έχουν αρχίσει πρόσφατα να εξετάζουν προσεκτικότερα τους μηχανισμούς των ζωντανών οργανισμών στη φύση. Μια σειρά μελετών έχουν επιτευχθεί στη βιομιμητική και έχουν προοδεύσει στον τεχνολογικό στίβο.

### Τα κυκλώματα του υπολογιστή μιμούνται τη φύση :



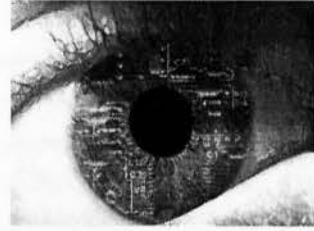
Τα κύτταρα του αμφιβληστροειδούς χιτώνα στα μάτια μας, αναγνωρίζουν και ερμηνεύουν το φως, και μετά στέλνουν τις πληροφορίες σε άλλα κύτταρα με τα οποία συνδέονται. Όλες αυτές οι οπτικές διεργασίες έχουν εμπνεύσει ένα νέο μοντέλο για τους υπολογιστές.

Εικόνα 7-9.

Ο αμφιβληστροειδής αποτελείται από νευρικά κύτταρα που συνδέονται στενά μεταξύ τους και δεν περιορίζεται μόνο στο αντιλαμβάνεται το φως. Πριν περάσουν τα σήματα από τον αμφιβληστροειδή μεταδίδονται στον εγκέφαλο, που υποβάλλονται σε ένα τεράστιο αριθμό διεργασιών. Για παράδειγμα, τα κύτταρα που συνθέτουν τη διαδικασία πληροφόρησης του αμφιβληστροειδή χιτώνα, για να τονίσουν τις άκρες των αντικειμένων, αυξάνουν την ισχύ του ηλεκτρικού σήματος και πραγματοποιούν προσαρμογές, ανάλογα με το αν ο φωτισμός του περιβάλλοντος είναι σκοτεινός ή φωτεινός. Σύγχρονοι υπολογιστές είναι σε θέση να εκτελέσουν παρόμοιες λειτουργίες, αλλά το νευρωνικό δίκτυο του αμφιβληστροειδούς χιτώνα, χρησιμοποιεί μια σχετικά πολύ μικρότερη ποσότητα ενέργειας. (64)

Μια ερευνητική ομάδα, με επικεφαλής τον Carver Mead του Ινστιτούτου Τεχνολογίας της Καλιφόρνια (εικόνα 7-9), εξετάζει τα μυστικά που επιτρέπουν στον αμφιβληστροειδή χιτώνα, να διεξάγει όλες αυτές τις διαδικασίες τόσο εύκολα. Μαζί με τον βιολόγο του Caltech Μίσα Mahowald, Mead σχεδιαστή ηλεκτρονικών κυκλωμάτων που περιέχουν υποδοχείς φωτός, όπως αυτές του ματιού, με δομή παρόμοια με το νευρωνικό δίκτυο του αμφιβληστροειδούς χιτώνα του. Επίσης, όπως στον αμφιβληστροειδή, αυτοί οι υποδοχείς φωτός που συνδέονται με τους άλλους, επιτρέπουν στα ηλεκτρονικά στοιχεία του κυκλώματος να επικοινωνούν μεταξύ τους, όπως ακριβώς κάνουν τα κύτταρα του αμφιβληστροειδούς. (65)

Παρ'όλες αυτές τις προσπάθειες, ωστόσο, έχει αποδειχθεί ότι είναι αδύνατο να μιμηθεί το κύκλωμα του αμφιβληστροειδούς δικτύου, λόγω του τεράστιου αριθμού των μεμονωμένων κυττάρων στον ζωντανό αμφιβληστροειδή και των συνδέσεων μεταξύ τους. Οι σχεδιαστές μηχανικοί, ως εκ τούτου, προσπαθούν τώρα να κατανοήσουν πώς το νευρωνικό δίκτυο του



Εικόνα 7-10.

αμφιβληστροειδούς χιτώνα λειτουργεί και σχεδιάζουν απλούστερα κυκλώματα που είναι ιδανικά στο να εκτελούν παρόμοιες λειτουργίες (εικόνα 7-10).

### **Το αυτί της μύγας θα προκαλέσει επανάσταση στην ακουστικές συσκευές:**

Ερευνητές από το Πανεπιστήμιο Cornell στην Ithaca της Νέας Υόρκης, άρχισε να μελετά τα συστήματα ακοής ως προς τη φύση, προκειμένου να σχεδιάσουν πιο ευαίσθητοι εξοπλισμοί ακοής. Ως αποτέλεσμα, συνειδητοποίησαν ότι το αυτί του *Osmia ochracea*, και η εξαιρετική σχεδίαση του θα μπορούσε να οδηγήσει σε μια επανάσταση για ακουστικά βαρηκοΐας (εικόνα 7-11). Το αυτί του εν λόγω είδους μύγας, μπορεί να προσδιορίσει την κατεύθυνση ενός ήχου με ένα πιο ακριβή τρόπο. Ένα άρθρο του αμερικανικού Εθνικού Ινστιτούτου για την Κώφωση και άλλες Διαταραχές Επικοινωνίας περιγράφει:



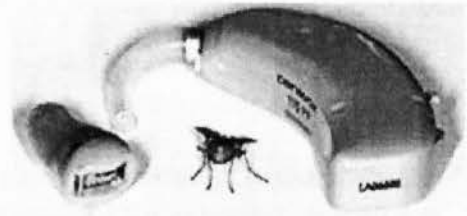
Οι άνθρωποι θεωρήθηκαν τα καλύτερα πλάσματα στο να εντοπίζουν ήχους ... Επειδή οι άνθρωποι έχουν έξι ίντσες ή περισσότερο μεταξύ του δεξιού και αριστερού αυτιού τους, η διαφορά ανάμεσα σε αυτό που ακούει κάθε αυτί είναι μεγαλύτερη, πράγμα που καθιστά ευκολότερο να υπολογίσει τη θέση του ήχου. Αλλά με το δεξί αυτί του, που είναι μόλις μισό χιλιοστό πιο μακριά από το αριστερό του, η *Osmia* έχει μια πολύ μεγαλύτερη πρόκληση στο να πει τη διαφορά. (66)

Εικόνα 7-11.

Ο προσδιορισμός την κατεύθυνσης των ήχων είναι απαραίτητος για την επιβίωση της *Osmia*, γιατί πρέπει να εντοπίσετε τους γρύλους, την πηγή τροφής για

τις προνύμφες της. Η μύγα εναποθέτει τα αυγά της πάνω από τους γρύλους, και οι προνύμφες της τρέφονται με το έντομο με το που αναδυθούν.

**Η Ορμία έχει πολύ ευαίσθητα αυτιά, που έχουν σχεδιαστεί για να καθορίσει τη θέση του κελαηδίσματος του γρύλου. Μπορεί να εντοπίσει ήχους εξαιρετικά καλά (εικόνα 7-12).**



*Εικόνα 7-12.*

Για τον εντοπισμό των ήχων, ο ανθρώπινος εγκέφαλος χρησιμοποιεί μια μέθοδο παρόμοια με εκείνη της Ορμίας. Για το σκοπό αυτό, είναι αρκετό για τον ήχο να φτάσει το πιο κοντινό αυτί πρώτα και έπειτα το πιο μακρινό. Όταν ένα ηχητικό κύμα χτυπάει στο τύμπανο της μεμβράνης του, μετατρέπεται σε ένα ηλεκτρικό σήμα και διαβιβάζεται αμέσως στον εγκέφαλο. Ο εγκέφαλος υπολογίζει τα χιλιοστά του δευτερολέπτου της διαφοράς ανάμεσα στους ήχους που φτάνουν και τα δυο αυτιά και έτσι καθορίζει την κατεύθυνση από όπου προήλθαν. Η μύγα, της οποίας ο εγκέφαλος δεν είναι μεγαλύτερος από ένα κεφάλι καρφίτσας, εκτελεί τον υπολογισμό αυτό, μόνο σε 50 νάνο δευτερόλεπτα, 1.000 φορές ταχύτερα από ό, τι μπορούμε εμείς. (67) Οι επιστήμονες προσπαθούν να χρησιμοποιήσουν την εξαιρετικά λειτουργική σχεδίαση των αυτιών αυτής της μικρής μύγας, στην κατασκευή συστημάτων ακοής και ακουστικών συσκευών με την επωνυμία της ORMIAFON.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

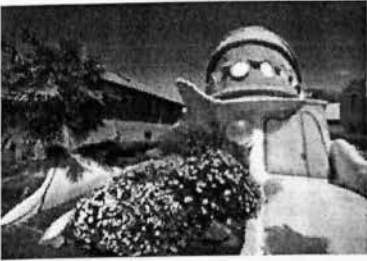
### Βιομημητική και αρχιτεκτονική

Δεδομένου του ότι τα σχέδια στη φύση είναι αρκετά άψογα, οι εμπνεύσεις τους πλέον συχνά απασχολούν τα αρχιτεκτονικά σχέδια. Όλα τα χαρακτηριστικά που απαιτούνται σε μια κατασκευή, όπως η εξοικονόμηση ενέργειας, η ομορφιά, η λειτουργικότητα και η αντοχή, έχουν ήδη δημιουργηθεί στο φυσικό κόσμο.



Ο Buckminster Fuller, διάσημος αρχιτέκτονας για τη χρήση των φορμών στη φύση των κατασκευών που σχεδιάζει, δήλωσε ότι τα σχέδια στη φύση κάνουν θαυμάσια μοντέλα. Σύμφωνα με τον Fuller, αυτό που κάνει δυναμική τη φύση, λειτουργική και ανάλαφρη τεχνολογία είναι ουσιαστικά η "βέλτιστη απόδοση." Η εικόνα 8-1 δείχνει τον Φούλνερ με ένα σχέδιο εμπνευσμένο από τα μικροσκοπικά πλάσματα γνωστά ως «radiolarians».

Εικόνα 8-1.

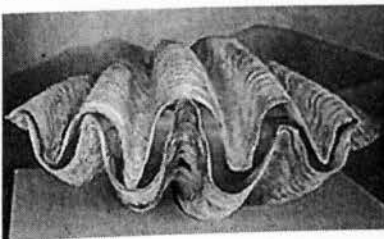


Ο αρχιτέκτονας Eugene Tsui είναι γνωστός για τη χρήση των σχεδίων της φύσης στις δομές του. Ο Tsui δεν χρησιμοποιεί τις σωστές γωνίες και τις ευθείες γραμμές που έχουμε συνηθίσει, αλλά αντ' αυτού προτιμά τις απαλές γραμμές που βρίσκονται στη φύση (εικόνα 8-2). Οι δομές που σχεδιάζονται κατά μήκος αυτών των γραμμών, λείει, είναι σε καλύτερη θέση να αντέξουν τις καταστροφικές συνέπειες των σεισμών, του ανέμου και του νερού.

Εικόνα 8-2.

**Κοχύλια και οστρακοειδή, ένα μοντέλο για ελαφρές και ανθεκτικές στέγες:**

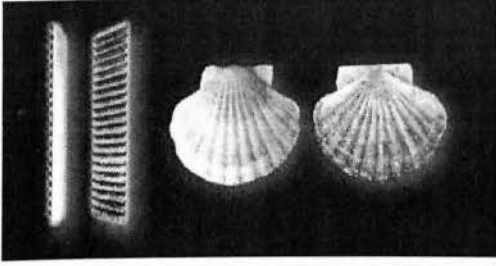
Τα κελύφη των μυδιών και των στρειδιών μοιάζουν με κυματιστά μαλλιά λόγω των ακανόνιστων σχημάτων τους. Αυτό το σχήμα επιτρέπει στα κοχύλια, παρά το γεγονός ότι είναι πολύ ελαφριά, στο να αντέχουν τεράστια πίεση. Οι αρχιτέκτονες εργάζονται με τη δομή τους ως πρότυπο για το σχεδιασμό των διαφόρων στεγών και οροφών. Για παράδειγμα, η οροφή του Ρόαγιαν στην αγορά του Καναδά



σχεδιάστηκε, έχοντας στο μυαλό το κέλυφος των στρειδιών. (68)

Ένα κέλυφος στρειδιού. Εικόνα 8-3. Η αγορά Ρόαγιαν. Εικόνα 8-4.





Το καμπύλο σχήμα του κελύφους των στρειδιών, τα καθιστά ιδιαίτερα ανθεκτικά (εικόνα 8-5). Το κυματοειδές χαρτόνι αναπαράγει τις καμπύλες γραμμές, που βρίσκονται στα κελύφη των στρειδιών, καθιστώντας τα ισχυρότερα από τα συνηθισμένα επίπεδα χαρτόνια.

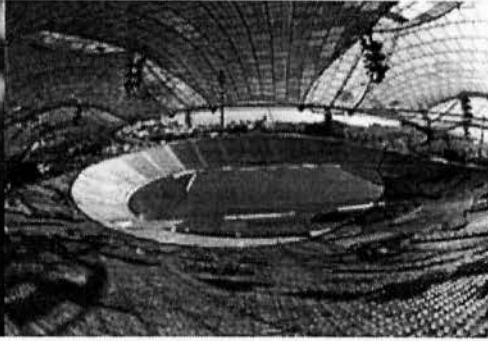
Εικόνα 8-5.

### Το Ολυμπιακό Στάδιο του Μονάχου και τα φτερά της λιβελούλας :

Τα φτερά της λιβελούλας έχουν πάχος τρία χιλιοστά του χιλιοστού (εικόνα 8-6). Παρά το γεγονός του ότι είναι τόσο λεπτά, είναι πολύ ισχυρά, καθόσον αποτελούνται από μέχρι και 1.000 τμήματα. Χάρη σε αυτή την αποσπασματική δομή των φτερών δεν σκίζονται και είναι σε θέση να αντέξουν την πίεση που δημιουργείται κατά τη διάρκεια της πτήσης. Η οροφή του Ολυμπιακού Σταδίου του Μονάχου, σχεδιάστηκε με βάση την ίδια αρχή (εικόνα 8-7).



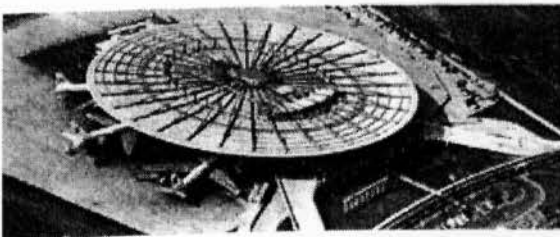
Εικόνα 8-6.



Εικόνα 8-7.

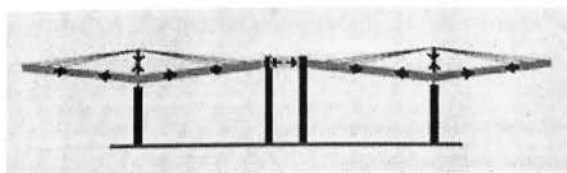
### Από το νούφαρο στο Crystal Palace :

Χτισμένο για το πρώτο «ο κόσμος είναι δίκαιος» στο Λονδίνο το 1851, το Κρύσταλ Πάλας ήταν ένα τεχνολογικό θαύμα από γυαλί και σίδηρο. Περίπου 35 μέτρα (108 πόδια) σε ύψος και καλύπτει μια έκταση περίπου 7.500 τετραγωνικών μέτρων (18 στρέμματα), που εμφανίζονται περισσότερο από 200.000 υαλοπίνακες, κάθε 30 με 120 εκατοστά (12-από-49 ίντσες) σε μέγεθος.



Η δομή του νούφαρου είχε χρησιμοποιηθεί κατά την κατασκευή του θερματικού σταθμού της Pan Am στο John F. Kennedy αεροδρόμιο της Νέας Υόρκης.

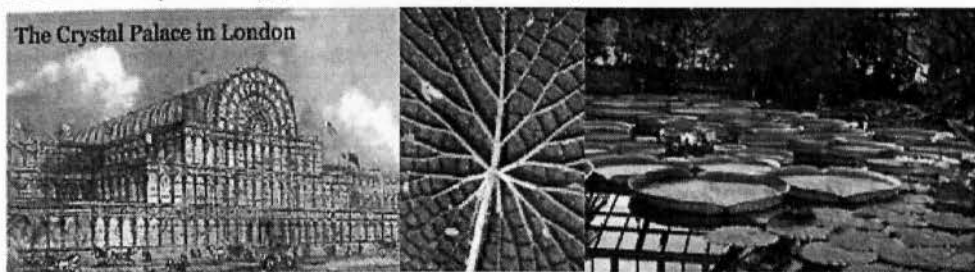
Εικόνα 8-9.



Το διάγραμμα στα αριστερά δείχνει, πώς μια στέγη σχεδιάστηκε σύμφωνα με τις γραμμές ενός φύλλου νούφαρου, που κατανέμει σωστά το φορτίο.

Εικόνα 8-10.

Το Crystal Palace σχεδιάστηκε από το σχεδιαστή τοπίων Joseph Paxton, ο οποίος εμπνεύστηκε από το *Victoria amazonica*, ένα είδος νούφαρου (εικόνα 8-11). Παρά την πολύ εύθραυστη εμφάνισή του, αυτό το κρίνο διαθέτει τεράστια φύλλα τα οποία είναι αρκετά ισχυρά ώστε οι άνθρωποι να μπορούν να σταθούν σε αυτά.



Εικόνα 8-11α.

Εικόνα 8-11β.

Εικόνα 8-11γ.

Όταν ο Paxton εξέτασε κάτω πλευρά αυτών των φύλλων, βρήκε ότι υποστηρίζονται από ινώδη επεκτάσεις όπως αυτές στα πλευρά. Κάθε φύλλο έχει ακτινικές νευρώσεις που έχουν σκληρυνθεί από λεπτές σταυρωτές νευρώσεις. Ο Paxton, μέσα από αυτές τις νευρώσεις μπορούσε να αναπαράγει το βάρος που μπορούν να φέρουν οι δοκοί σιδήρου και τα φύλλα από μόνα τους σαν υαλοπίνακες. Με αυτό τον τρόπο, πέτυχε την κατασκευή μιας στέγης που είναι κατασκευασμένη από γυαλί και σίδηρο, που ήταν πολύ ελαφριά αλλά ακόμα πιο πολύ ισχυρή. (69)

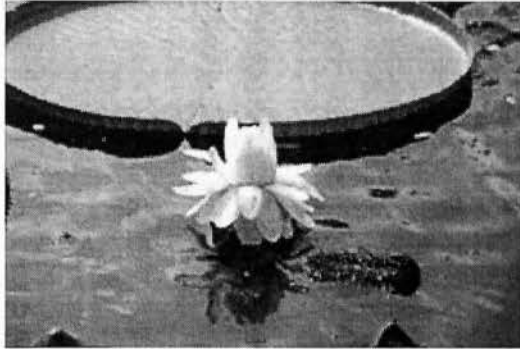
Το νούφαρο ξεκινάει να μεγαλώνει μέσα στη λάσπη του βυθού των λιμνών του Αμαζονίου, αλλά για να επιβιώσει, πρέπει να φθάσει στην επιφάνεια. Όταν φτάσει στην επιφάνεια του νερού, σταματά να αναπτύσσεται και τότε αρχίζει να δημιουργεί μπουμπούκια με αγκαθωτές μύτες. Μετά από λίγες ώρες, τα μπουμπούκια ανοίγουν σε τεράστια φύλλα που φτάνουν μέχρι και τα δύο μέτρα σε μήκος. Όσο μεγαλύτερη είναι η περιοχή που καλύπτουν στην επιφάνεια του ποταμού, άλλο τόσο περισσότερο ηλιακό φως μπορούν να αποκτήσουν, με το οποίο θα πραγματοποιήσουν τη φωτοσύνθεση. Ένα άλλο πράγμα που η ρίζα του νούφαρου απαιτεί είναι το οξυγόνο, το οποίο υπάρχει σε μικρή ποσότητα στο λασπωμένο βυθό, όπου το φυτό έχει τις ρίζες του. Ωστόσο, οι σωλήνες που τρέχουν στους μεγάλους μίσχους των φύλλων, οι οποίοι μπορεί να φθάσουν ως τα 11 μέτρα (35 πόδια) σε ύψος, χρησιμεύουν ως τα κανάλια που μεταφέρουν το οξυγόνο από τα φύλλα κάτω στις ρίζες. (70)

Όπως ο σπόρος αρχίζει να μεγαλώνει στα βάθη της λίμνης, πώς ξέρει ότι θα χρειαστεί σύντομα το φως και το οξυγόνο, χωρίς τα οποία δεν μπορεί να επιβιώσει, και ότι ό, τι χρειάζεται είναι στην επιφάνεια του νερού; Ένα φυτό που μόλις έχει

αρχίσει να βλασταίνει δεν γνωρίζει ότι το νερό έχει περίπου μια επιφάνεια από πάνω, και δεν ξέρει τίποτα για τον ήλιο ή το οξυγόνο.



Αριστερά: Διατομή του νούφαρου. Κάτω: Το φύλλο νούφαρο και λουλούδια στην επιφάνεια του νερού.



Εικόνα 8-12.

Εικόνα 8-13.

Σύμφωνα με τη λογική θεωρία της εξέλιξης, συνεπώς, τα νέα νούφαρα θα έπρεπε να πιγούν κάτω από τόσα πόδια νερού και να είχαν εξαφανιστεί εδώ και πολύ καιρό. Ωστόσο, γεγονός είναι ότι αυτά τα νούφαρα είναι ακόμα εδώ μέχρι σήμερα, σε όλη τους την τελειότητα. Τα κρίνα του Αμαζονίου, αφού φτάσουν το φώς και το οξυγόνο που χρειάζονται, κουλουριάζουν τις άκρες των φύλλων τους προς τα πάνω έτσι ώστε να μην γεμίσουν με νερό και βυθιστούν. Αυτές οι προφυλάξεις μπορεί να τους βοηθήσουν στο να επιβιώσουν, αλλά αν το είδος είναι να συνεχιστεί, πρέπει κάποια έντομα να μεταφέρουν τη γύρη τους σε άλλα κρίνα. Στον Αμαζόνιο, τα σκαθάρια έχουν μια ιδιαίτερη έλξη για το λευκό χρώμα και ως εκ τούτου, επιλέγουν να προσγειωθούν στα λουλούδια αυτού του κρίνου. Με την άφιξη αυτών των εξάποδων επισκεπτών, οι οποίοι θα επιτρέψουν στους κρίνους του Αμαζονίου να επιβιώσει στις επόμενες γενιές, κλείνουν τα πέταλα, αποτρέποντας στα έντομα να διαφύγουν, ενώ τους προσφέρουν μεγάλες ποσότητες γύρης. Αφού τους κρατά φυλακισμένους όλο το βράδυ και την επόμενη μέρα, στη συνέχεια το φυτό τους απελευθερώνει, επίσης αλλάζει χρώμα ώστε τα σκαθάρια να μη φέρουν πίσω σ' αυτό τη γύρη του. Ο κρίνος, ενώ πριν ήταν λαμπρός και λευκός, κοσμεί τώρα το ποτάμι σε ένα σκούρο ροζ χρώμα.

#### **Μια δομή που καθιστά τα οστά πιο ανθεκτικά :**

Ακόμα και σήμερα, ο Πύργος του Άιφελ είναι αποδεκτό ως ένα θαύμα της μηχανικής, αλλά το γεγονός που οδήγησε στο σχεδιασμό του έγινε πίσω, 40 χρόνια πριν από την κατασκευή του. Αυτή ήταν μια μελέτη στη Ζυρίχη που ως στόχο είχε στο να αποκαλύψει "την ανατομική δομή του μηριαίου οστού." Στις αρχές της δεκαετίας του 1850, ο ανατόμος Hermann von Meyer μελετούσε το μέρος του μηριαίου οστού που εισάγεται στην άρθρωση του ισχίου. Η κεφαλή του μηριαίου οστού επεκτείνεται πλάγια στην υποδοχή των ισχίων, και σηκώνει το βάρος του σώματος παράκεντρα. Ο Von Meyer, είδε ότι το εσωτερικό του μηριαίου οστού, το οποίο είναι ικανό να αντέξει το βάρος ενός τόνου, όταν βρίσκεται σε κάθετη θέση,

δεν αποτελείται από ένα ενιαίο κομμάτι, αλλά περιέχει μια τάξη συρματοπλέγματος των μικροσκοπικών κορυφογραμμών οστού γνωστές ως δοκίδες.

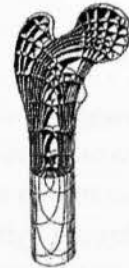
Το 1866, όταν ο Ελβετός μηχανικός Karl Cullman επισκέφθηκε το εργαστήριο του von Meyer, ο ανατόμος von Meyer, του έδειξε ένα κομμάτι του οστού που είχε μελετήσει. Ο Cullman συνειδητοποίησε ότι η δομή του οστού σχεδιάστηκε για να μειώσει τις συνέπειες του βάρους του φορτίου και της πίεσης. Η δοκίδες ήταν ουσιαστικά μια σειρά από καρφιά και στηρίγματα διατεταγμένα κατά μήκος των γραμμών της δύναμης που δημιουργείται κατά την ορθοστασία. Ως μαθηματικός και μηχανικός, ο Cullman μετέφρασε τα ευρήματα αυτά σε μια απλουστευμένη θεωρία και μοντέλο αυτό οδήγησε στο σχεδιασμό του Πύργου του Άιφελ.

Όπως και στο μηριαίο οστό, οι καμπύλες του μετάλλου στον Πύργο του Άιφελ, σχηματίζουν ένα πλέγμα κατασκευασμένο από μεταλλικά καρφιά και στηρίγματα. Χάρη σε αυτή τη κατασκευή, ο πύργος ήταν εύκολο να σταθεί στη κύρτωση και τη διάτμηση που προκαλείται από τον άνεμο. (71)



Ο πύργος του Άιφελ χτίστηκε με δομή παρόμοια με εκείνη της κεφαλής του μηριαίου οστού (εικόνα 8-14). Χάρη σε αυτό το σχέδιο, ο πύργος απέκτησε μια ακλόνητη δομή που έλυσε και το πρόβλημα του εξαερισμού.

Εικόνα 8-14α.

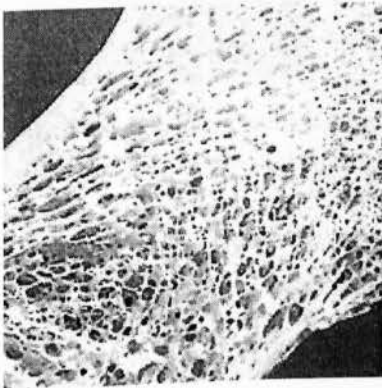


Εικόνα 8-14β.



Πολλοί αρχιτέκτονες και πολιτικοί μηχανικοί αντιγράφουν την εσωτερική δομή των οστών, η οποία αυξάνει τις φέρουσες δυνατότητές της και προσφέρει τεράστια δύναμη. Στέγες μπορεί να κατασκευαστούν για να καλύψουν μεγάλες περιοχές, χάρη στην χρήση των ραβδωτών δομών τους, που είναι παρόμοιες με αυτές στα οστά (εικόνα 8-15).

Εικόνα 8-15.

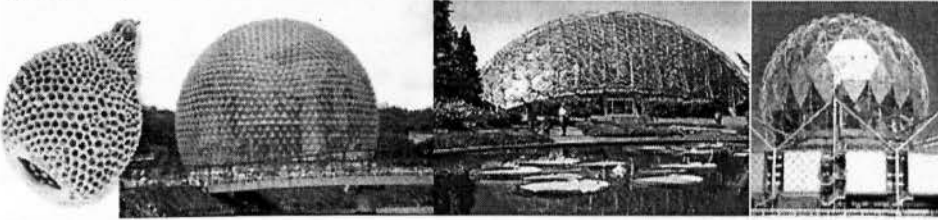


Το συρματοπλέγμα, το οποίο αντιγράφηκε από τα οστά, έχει γίνει ένα από τα βασικά στοιχεία που απασχολούνται σε τεχνικές κατασκευής σήμερα (εικόνα 8-16). Απαιτεί λιγότερα υλικά, και κάνει για ένα πλαίσιο κτιρίου μιας και είναι τόσο ισχυρό και ευέλικτο.

Εικόνα 8-16.

## Ο Σχεδιασμός των «Radiolaria» χρησιμοποιείται ως πρότυπο στο Σχεδιασμό Θόλων :

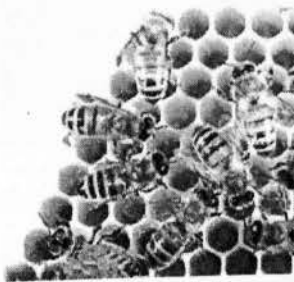
«Radiolaria» (= αμοιβαδοειδή πρωτόζωα) και διάτομα, οργανισμοί που ζουν στη θάλασσα, είναι εικονικοί κατάλογοι των ιδανικών λύσεων σε αρχιτεκτονικά προβλήματα. Στην πραγματικότητα, αυτά τα μικροσκοπικά πλάσματα έχουν εμπνεύσει πάρα πολλά μεγάλα αρχιτεκτονικά έργα. Το αμερικανικό περίπτερο στην EXPO '76 στο Μόντρεαλ είναι ένα μόνο παράδειγμα. Ο θόλος του περιπτέρου εμπνεύστηκε από τα «radiolarians» (εικόνα 8-17). (72)



Εικόνα 8-17.

## Ο σεισμός-απόδειξη για το σχεδιασμό των κυψελών :

Η κατασκευή των κηρήθρων προσφέρει πολλά σημαντικά πλεονεκτήματα, συμπεριλαμβανομένου της σταθερότητας. Καθώς οι μέλισσες στην κυψέλη δίνουν οδηγίες η μία στην άλλη «χορός», δημιούργησαν δονήσεις που, σε μια κατασκευή τόσο μικρών διαστάσεων, μπορεί να εξομοιωθεί με έναν σεισμό. Τα τείχη της χτένας απορρόφησαν αυτές τις δυνητικά καταστροφικές δονήσεις. Το Περιοδικό Nature αναφέρει ότι οι αρχιτέκτονες θα μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν αυτή τη φυσική δομή στο σχεδιασμό αντισεισμικών κτιρίων. Στην έκθεση περιλαμβάνεται η ακόλουθη δήλωση του Jurgen Tautz του Πανεπιστημίου του Wurzburg, στη Γερμανία:

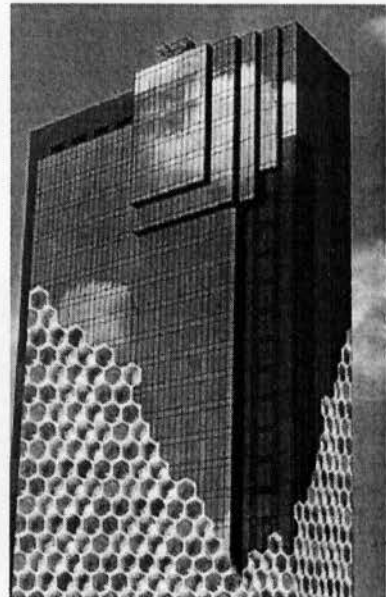


Εικόνα 8-18.

Οι δονήσεις στις φωλιές των μελισσών είναι σαν μια μικρογραφία σεισμού που παράγεται από τις μέλισσες, γι' αυτό και είναι πολύ ενδιαφέρον να δούμε πως η κατασκευή ανταποκρίνεται σε αυτό (εικόνα 8-18).

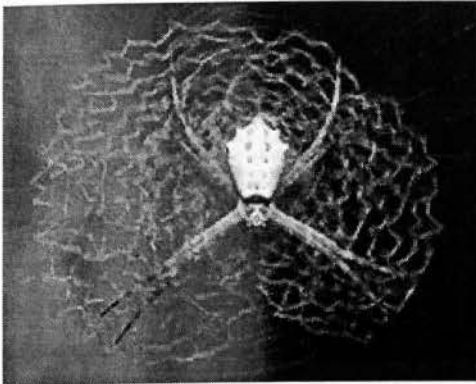
Εικόνα 8-19.

... Κατανοώντας την αντίστροφη φάση, θα μπορούσε να βοηθήσει τους αρχιτέκτονες να προβλέψει ποια τμήματα του κτιρίου θα είναι ιδιαίτερα ευάλωτα σε σεισμούς ... Θα μπορούσε να ενισχύσει στη συνέχεια αυτές τις



περιοχές, ή ακόμα και να εισάγουν τα αδύνατα σημεία σε μη κρίσιμες περιοχές των κτιρίων, για να απορροφήσει βλαβερούς κραδασμούς (εικόνα 8-19). (73)

**Αρχιτεκτονικά σχέδια, που προερχόταν από ιστό αράχνης :**



*Εικόνα 8-20.*

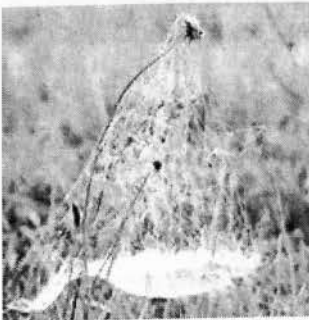
Μερικές αράχνες υφαίνουν ιστούς που μοιάζουν με ένα κάλυμμα μουσαμά που ρίχνεται πάνω από ένα θάμνο (εικόνα 8-20). Ο ιστός αυτός ενισχύεται από τεντωμένα νήματα που συνδέονται στις άκρες του θάμνου. Αυτή το φέρων σύστημα επιτρέπει στην αράχνη να εξαπλώσει ευρεία τον ιστό της, ενώ παρόλα αυτά δεν παραχωρεί ως προς τη δύναμή της.

Αυτή η τεχνική έχει αντιγραφεί από τον άνθρωπο σε πολλές κατασκευές, που καλύπτουν πολλές περιοχές. Ορισμένες από αυτές περιλαμβάνουν το Pilgrim Terminal του Αεροδρομίου Τζέντα, το Ολυμπιακό Στάδιο του Μονάχου, το Εθνικό Αθλητικό Στάδιο του Σύνδνεϋ, ζωολογικούς κήπους στο Μόναχο και τον Καναδά, το αεροδρόμιο του Ντένβερ στο Κολοράντο, και η Schlumberger Cambridge Research Centre κτίριο στην Αγγλία.

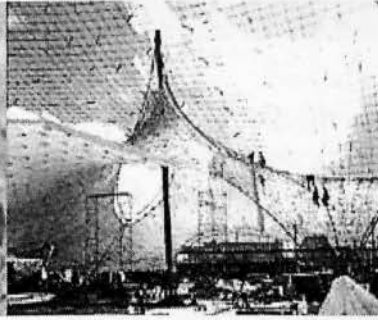
*Εικόνα 8-21.*

*Εικόνα 8-22.*

*Εικόνα 8-23.*



**Ιστός αράχνης**



**Ο ζωολογικός κήπος στο Μόναχο**

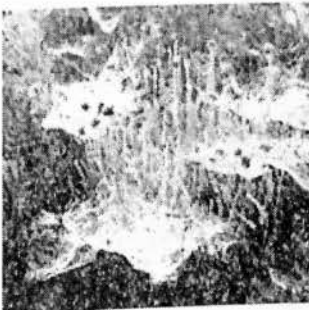


**Το αεροδρόμιο του Ντένβερ**

*Εικόνα 8-22.*

*Εικόνα 8-23.*

*Εικόνα 8-224.*



**Ιστοί αράχνης**



**Το ολυμπιακό στάδιο στο Μόναχο**



**Το αεροδρόμιο του Τζέντα**

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9

### ΡΟΜΠΟΤ ΠΟΥ ΜΙΜΟΥΝΤΑΙ ΤΑ ΕΜΒΙΑ ΟΝΤΑ

Όπως σε περιοχές μολυσμένες με ραδιενέργεια και σε βαθύ διάστημα, έτσι και ο βυθός της θάλασσας είναι επικίνδυνο μέρος για τον άνθρωπο. Βελτιώσεις στην τεχνολογία της ηλεκτρονικής και της πληροφορικής, μας επέτρεψαν να κατασκευάσουμε ρομπότ που μπορούν να εργαστούν σε τέτοιους χώρους. Τελικά, αυτή η πειθαρχία διαχωρίστηκε από την ηλεκτρονική και τη μηχανική για να σχηματίσει μόνη της ένα υποκατάστημα της επιστήμης, τη ρομποτική. Αυτές τις μέρες, όσοι εργάζονται με τη ρομποτική έχουν μια νέα έννοια στην ημερήσια διάταξή τους: τη βιομημητική στη ρομποτική.



*Εικόνα 9-1.*

Οι επιστήμονες και οι μηχανικοί που ασχολούνται με την ρομποτική, πιστεύουν τώρα ότι ο σχεδιασμός ενός ρομπότ, για μια συγκεκριμένη εργασία, δεν είναι και πολύ πρακτικό. Θεωρούν ότι είναι ευκολότερο και πως έχει καλύτερο νόημα, να οικοδομήσουμε ρομπότ που μιμούνται τα χαρακτηριστικά και τις ικανότητες των πραγμάτων διαβίωσης, γιγνεύει στα περιβάλλοντα όπου τα ρομπότ θα απασχοληθούν. Για την εξερεύνηση της ερήμου, για παράδειγμα, θα δημιουργήσουμε ένα βιομημητικό ρομπότ που θα μοιάζει με σκορπιό ή με ένα μυρμηγκί. Ένα βιβλίο που ονομάζεται *Neurotechnology* (νευροτεχνολογία) για Βιομημητική ρομπότ, περιλαμβάνει τις ακόλουθες πληροφορίες για το θέμα αυτό:

Τα βιομημητικά ρομπότ διαφέρουν από τα παραδοσιακά ρομπότ, δεδομένου του ότι είναι ευκίνητα, σχετικά φτηνά, και μπορεί να ασχοληθούν με πραγματικά περιβάλλοντα. Η μηχανική των ρομπότ αυτών απαιτεί σε βάθος κατανόηση των βιολογικών συστημάτων στα οποία βασίζονται, τόσο σε εμβιομηχανικά και φυσιολογικά επίπεδα.

Ο απώτερος στόχος είναι να αναπτυχθεί ένα πραγματικά αυτόνομο ρομπότ, ώστε ένα είναι σε θέση να πλοηγηθεί και να αλληλεπιδράσει με το περιβάλλον του

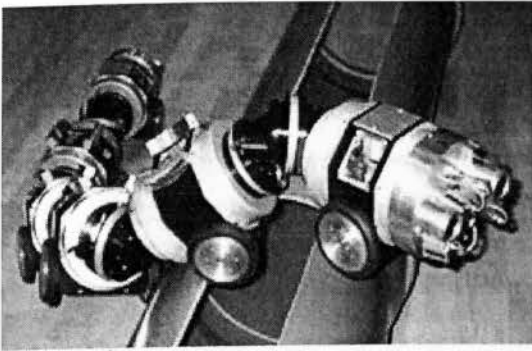
αποκλειστικά με βάση την ανατροφοδότηση των αισθήσεων, χωρίς να ειδοποιείται από τον χειριστή. (74)

Ο μηχανικός Hans J. Schneebeli, σχεδιαστής της ρομποτικής συσκευής γνωστή ως το Χέρι της Καρλσρούης, δήλωσε ότι όσο πιο πολύ εργάστηκε σε ρομποτικά χέρια, τόσο πιο πολύ θαύμαζε το ανθρώπινο χέρι (εικόνα 9-1). Πρόσθεσε ότι χρειάζεται ακόμα αρκετό χρόνο για να επαναλάβει ακόμα και μερικά από τα πολλά καθήκοντα που ένα ανθρώπινο χέρι μπορεί να επιτύχει. (75)

Με την ευκαιρία, επιστήμονες από διαφορετικούς επιστημονικούς κλάδους όπως η τεχνολογία των υπολογιστών, η μηχανική, η ηλεκτρονική, τα μαθηματικά, η φυσική, η χημεία και η βιολογία, πρέπει να ενώσουν τις δυνάμεις τους για να αναπαράγουν μόνο ένα χαρακτηριστικό γνώρισμα ενός ζωντανού πλάσματος.

**Η ρομποτική μιμείται τα φίδια για να ξεπεραστεί το πρόβλημα του ισοζυγίου :**

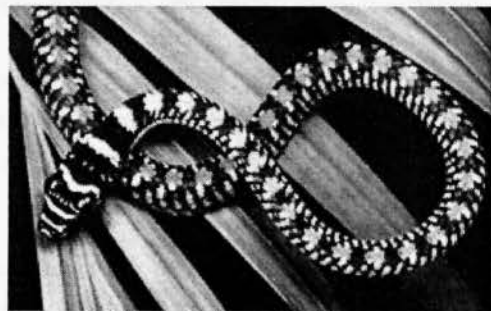
*Εικόνα 9-2.*



Για όσους ασχολούνται με την ρομποτική, ένα από τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν πιο συχνά είναι η διατήρηση της ισορροπίας. Ακόμα και αν τα ρομπότ είναι εξοπλισμένα με την τελευταία λέξη της τεχνολογίας μπορεί να χάσουν την ισορροπία τους όταν περπατούν. Ένα τριών ετών παιδί μπορεί να καταφέρει να επανακτήσει την ισορροπία του χωρίς δυσκολία, αλλά τα ρομπότ δεν έχουν αυτή την ικανότητα έχουν αναγκαστικά, σταθερές και πολύ περιορισμένες χρήσεις. Στην πραγματικότητα, ένα ρομπότ που προετοίμαζε η NASA για το καθήκον του στον πλανήτη Άρη, δεν μπόρεσε ποτέ να χρησιμοποιηθεί, γι αυτό το λόγο. Μετά από αυτό, οι εμπειρογνώμονες των ρομπότ, εγκατέλειψε τις προσπάθειες να κατασκευάσουν έναν περί - ισορροπίας μηχανισμό και αντ' αυτού, εξετάζουν ένα πλάσμα που ποτέ δεν χάνει την ισορροπία του, το φίδι (εικόνα 9-2).

*Εικόνα 9-3.*

Σε αντίθεση με άλλα σπονδυλωτά, τα φίδια δεν έχουν μια σκληρή σπονδυλική στήλη και άκρα, και έχουν δημιουργηθεί με τέτοιο τρόπο ώστε να εισέρχονται σε ρωγμές και σχισμές (εικόνα 9-3). Μπορούν να διαστέλλονται και να συστέλλονται με τη διάμετρο του σώματός τους, να προσκολλώνται στα κλαδιά και να γλιστρούν πέρα από τους βράχους. Οι ιδιότητες των φιδιών, ενέπνευσαν για μια νέα ρομποτική, αναπτύχθηκε διαπλανητικός ανιχνευτής από την

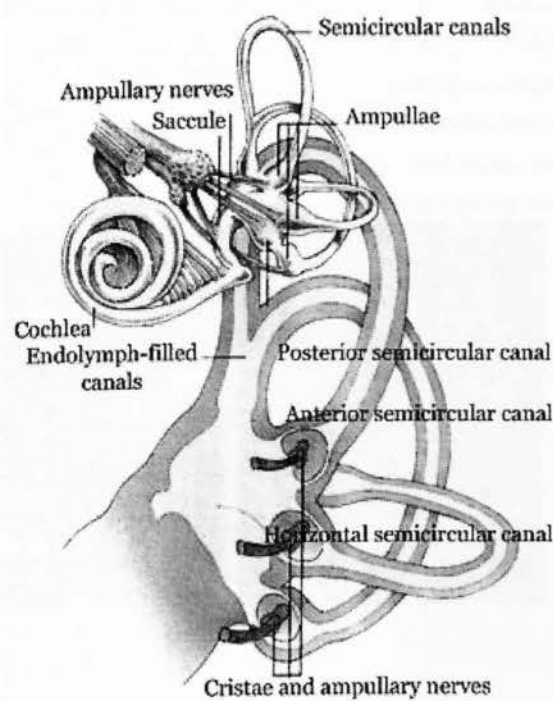




Ames Research Center της NASA, που ονομάζεται «snakebot» (φίδι - ρομπότ). Αυτό το ρομπότ έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε να είναι σε σταθερή κατάσταση ισορροπίας, χωρίς ποτέ να πιαστεί από τα εμπόδια. (76)

### Το κέντρο ισορροπίας στο εσωτερικό αυτί, αφήνει εμβρόντητους εμπειρογνώμονες της ρομποτικής :

Το εσωτερικό αυτί εκτελεί ένα ζωτικό ρόλο στο σύστημα της ισορροπίας μας, ελέγχοντας ολόκληρο το σώμα μας σε κάθε στιγμή και μας επιτρέπει να εκτελέσουμε τις λεπτεπίλεπτες προσαρμογές που απαιτούνται όπως μια σχοινοβάσια, για παράδειγμα.



Εικόνα 9-4.

Αυτό το κέντρο της ισορροπίας του εσωτερικού αυτιού, γνωστό ως λαβύρινθος, αποτελείται από τρία μικρά ημικυκλικά κανάλια. Είναι 6,5 χιλιοστά (0,26 in) σε διάμετρο και, σε εγκάρσια τομή, ο κοίλος χώρος στο εσωτερικό του μετρά 0,4 mm (0,016 in). Οι τρεις που ορίζονται σε ορθογώνια τοπία. Ένα ατομικό κανάλι ανιχνεύει τις εναλλαγές, σε μία από τις τρεις κάθετες μεταξύ τους διευθύνσεις. Έτσι, τα τρία κανάλια συνδυάζουν τα αποτελέσματά τους, για να δώσουν τη δυνατότητα να ανιχνευτούν οι περιστροφές σε οποιαδήποτε

κατεύθυνση σε τρισδιάστατο χώρο (εικόνα 9-4).

Μέσα σε κάθε ένα από αυτά τα τρία κανάλια υπάρχει ένα παχύρρευστο υγρό. Στο ένα άκρο του σωλήνα είναι ένα ζελατινώδη καπάκι (κυπέλλιο), το οποίο βρίσκεται σε μια διογκωμένη περιοχή (ακρολοφίας), το οποίο καλύπτεται με αισθητήρια τριχωτά κύτταρα. Όταν γυρίζουμε το κεφάλι μας, περπατάμε, ή κάνουμε οποιαδήποτε κίνηση, το υγρό μέσα σε αυτά τα κανάλια υστερεί λόγω της αδράνειας. Το υγρό σπρώχνει ενάντια στο κυπέλλιο, εκτρέποντας το. Αυτή η παραμόρφωση μετράται από τα τριχωτά κύτταρα της ακρολοφίας, όπως η δόνηση των τριχών αλλάζει την ισορροπία ιόντων στα κύτταρα που συνδέονται με αυτά, παράγοντας ηλεκτρικά σήματα.

Αυτά τα σήματα που παράγονται στο εσωτερικό του αυτιού, μεταδίδονται μέσω των νεύρων με την παρεγκεφαλίδα, που βρίσκεται στο πίσω μέρος του εγκεφάλου μας. Αυτά τα νεύρα που εκπέμπουν από τον λαβύρινθο στην παρεγκεφαλίδα, έχει αποδειχθεί ότι περιέχουν 20.000 νευρικές ίνες.

Η παρεγκεφαλίδα ερμηνεύει αυτές τις πληροφορίες από τον λαβύρινθο, αλλά προκειμένου να διατηρηθεί η ισορροπία, χρειάζεται και άλλες πληροφορίες. Ως εκ τούτου, η παρεγκεφαλίδα δέχεται συνεχή ενημέρωση από τα μάτια και από τους μυς σε όλο το σώμα, γρήγορα, αναλύοντας όλες αυτές τις πληροφορίες και τον υπολογισμό της θέσης του σώματος σε σχέση με τη βαρύτητα. Στη συνέχεια, με βάση αυτούς τους στιγμιαίους υπολογισμούς, έχει ενημερώσει τους μυς μέσω των νευρών με τις ακριβείς κινήσεις που πρέπει να κάνουν για να διατηρήσουν την ισορροπία.

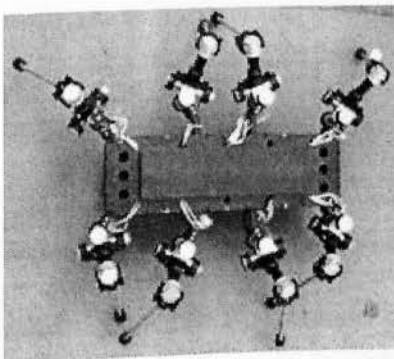
Αυτά τα έκτακτα φαινόμενα συμβαίνουν σε λιγότερο από 1/100th του δευτερολέπτου. Είμαστε σε θέση να περπατήσουμε, να τρέξουμε, να οδηγήσουμε ένα ποδήλατο, να αθληθούμε χωρίς καν να καταλάβουμε πως όλα αυτά συμβαίνουν. Ωστόσο, αν ήταν θα βάλουμε στο χαρτί όλους τους υπολογισμούς που συμβαίνουν στο σώμα μας σε οποιαδήποτε στιγμή, οι τύποι θα γεμίσουν χιλιάδες σελίδες. Απόλυτα άψογα, λειτουργεί το σύστημα ισορροπίας μας, με τη βοήθεια πολλών, πολύπλοκων μηχανισμών, αλληλένδετων και από κοινού εργαζόμενων. Η σύγχρονη επιστήμη και η τεχνολογία έχουν ακόμη να επιλύσουν όλα τα στοιχεία των λειτουργικών αρχών τους, πόσο μάλλον να τους μιμηθούν.



Εικόνα 9-5.

Η ισορροπία που προκύπτει από ένα πιο πολύπλοκο σύστημα, δεδομένου του ότι το ανθρώπινο σώμα βρίσκεται σε συνεχή κίνηση. Αυτό σημαίνει ότι ο εγκέφαλος πρέπει να υπολογίζει εκ νέου συνεχώς το βαρυντικό κέντρο του σώματος της, και να στείλει οδηγίες στους μυς υπό το πρίσμα αυτό (εικόνα 9-5).

**Ένα ρομπότ - σκορπιός σε θέση να αντέξει τις σκληρές συνθήκες της έρημου :**



Εικόνα 9-6.

Στις Ηνωμένες Πολιτείες, η Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA), προσπαθεί να αναπτύξει ένα ρομπότ – σκορπιό (εικόνα 9-6). Ο λόγος που το έργο επέλεξε ένα σκορπιό ως μοντέλο του, είναι πως το ρομπότ ήταν να λειτουργήσει στην έρημο. Οι σκορπιοί είναι σε θέση να επιβιώνουν στις σκληρές συνθήκες της έρημου, από την πρώτη στιγμή της δημιουργίας τους. Αλλά ένας άλλος λόγος για τον οποίο η DARPA επέλεξε τον σκορπιό, ήταν ότι μαζί με τη δυνατότητά του να κινηθεί

σε δύσβατα εδάφη πολύ εύκολα, επίσης τα αντανακλαστικά του είναι κατά πολύ απλούστερα από ό, τι εκείνα των θηλαστικών και μπορούν να αποτελέσουν αντικείμενο μίμησης (εικόνα 9-7). (77)



Εικόνα 9-7.

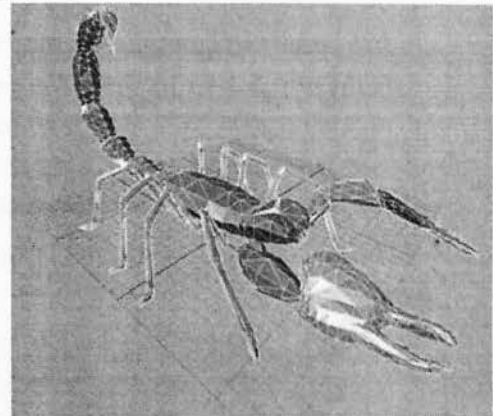
Πριν από την ανάπτυξη των ρομπότ τους, οι ερευνητές πέρασαν μεγάλο χρονικό διάστημα παρατηρώντας τις κινήσεις των ζωντανών σκορπιών χρησιμοποιώντας κάμερες υψηλής ταχύτητας, και αναλύοντας

τα δεδομένα από τα βίντεο. (78) Αργότερα, ο συντονισμός και η οργάνωση από τα πόδια του σκορπιού, χρησιμοποιήθηκαν ως αφετηρία για τη δημιουργία του μοντέλου. Στόχος της DARPA είναι να έχει των 50 εκατοστών (20 in) ρομπότ – σκορπιού της, να φτάσει ένα στόχο στα 40 χιλιόμετρα (25 μίλια) μακριά στην έρημο και στη συνέχεια να επιστρέψει εντελώς μόνος του, χωρίς να λάβει καμία καθοδήγηση. (79)

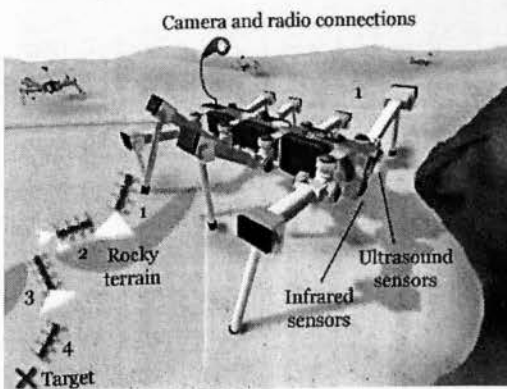
Σχεδιασμένο από τον Φρανκ Κίρχερ και τον Άλαν Ρούντολφ στο Πανεπιστήμιο του Northeastern της Βοστώνης,

Εικόνα 9-10

το ρομπότ δεν έχει τη δυνατότητα να «σκέφτεται με» σύνθετα προβλήματα. Μετά αντιμετώπιζε μια δυσκολία στο να στηρίζεται απλώς στα αντανακλαστικά του. Αυτό θα του επέτρεπε να ξεπεράσει τα εμπόδια που ενδέχεται να εμποδίζουν την πρόοδο του πάνω σε ένα βράχο, για παράδειγμα. Στο μέτωπο του ρομπότ, υπάρχουν δύο αισθητήρες υπερήχων. Σε περίπτωση που συναντήσει εμπόδιο μεγαλύτερο από το μισό του ύψος, θα προσπαθήσει να πάει γύρω από αυτό. Εάν ο



ανιχνευτής αριστερά προσδιορίζει ένα εμπόδιο, θα στρίψει δεξιά. Το ρομπότ μπορεί να ζητήσει να πάει σε μια συγκεκριμένη περιοχή και, με μια κάμερα στην ουρά του, να στείλει πίσω εικόνες βάση της θέσης του (εικόνα 9-10).



Εικόνα 9-11.

Ο στρατός των ΗΠΑ είχε εντυπωσιαστεί πολύ από τις δοκιμές που πραγματοποιήθηκαν στην Αριζόνα. Εκφράζεται η ελπίδα ότι η ικανότητα του ρομπότ να βρει το δρόμο του προς ένα

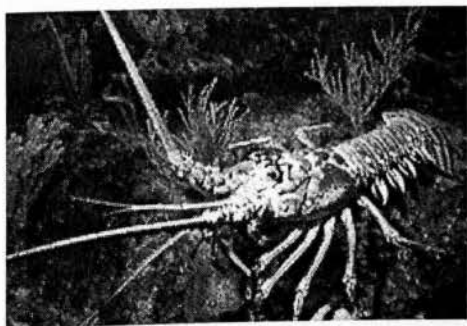
στόχο, μπορεί να αποδειχθεί ιδιαίτερα χρήσιμο σε γεμάτα πεδία μαχών, όπως στις πόλεις (εικόνα 9-11). (80)

1. Όταν το ρομπότ σκορπιός συναντήσει ένα βράχο, πρώτα σαρώνει με υπέρηχο για να αποφασίσει κατά πόσον είναι υπερβολικά υψηλό για να αναρριχηθεί.
2. Το ρομπότ κινείται μακριά από το εμπόδιο και πηγαίνει γύρω από αυτό, ψάχνει για ένα κενό με έναν αισθητήρα και προσβλέπει με το άλλο.
3. Αν βρει ένα κενό, θα διαπιστώσει αν είναι αρκετά φαρδύ ώστε να περάσει.
4. Όταν κινείται μέσα από το κενό, ο σκορπιός κινείται προς το στόχο του.

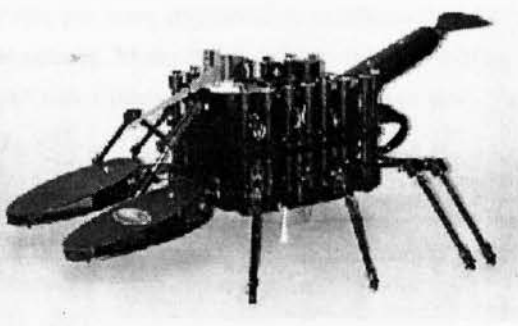
**Ακριβώς όπως ένας πραγματικός Αστακός, το ρομπότ θα προσδιορίσει τα υδάτινα ρεύματα :**

Ακόμα και πλήρως εξοπλισμένοι δύτες δυσκολεύονται στην κίνηση μέσω των ταραχωδών και σκοτεινών νερών, σέρνονται κατά μήκος του βυθού που μπορεί να είναι τραχύς, αμμώδεις ή επικαλυμμένος με φύκια. Οι αστακοί μπορούν και πολύ πιο εύκολα μάλιστα. Αλλά μέχρι τώρα, δεν φτιάχτηκε κάποιο ρομπότ για χρήση στον πυθμένα της θάλασσας, δεν ήταν επιτυχής η προσπάθεια σε τέτοια περιβάλλοντα. (81)

Ο Joseph Ayers, Διευθυντής του Κέντρου Θαλάσσιας Επιστήμης στο Πανεπιστήμιο Northeastern της Βοστώνης, είναι επικεφαλής ενός έργου για να αναπτύξει ένα ρομπότ που μιμείται τον αστακό (εικόνα 9-12). Όπως ο ίδιος το περιγράφει, το έργο έχει ως εξής : «τεχνικός στόχος είναι να συλληφθούν τα πλεονεκτήματα της απόδοσης των συστημάτων που διαθέτουν τα ζώα στο περιβάλλον – προορισμό.»



Εικόνα 9-12.



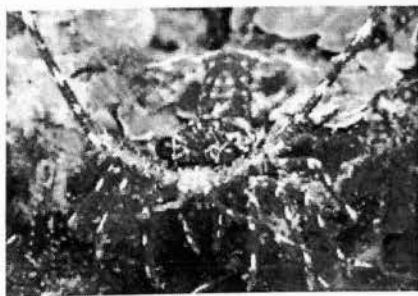
Εικόνα 9-13.

Περιμένουν να χρησιμοποιήσουν αυτό τον "Robo-αστακό" για την εξεύρεση και τον αφοπλισμό των ναρκών (εικόνα 9-13). Ο Ayers λέει, πως το ρομπότ θα πρέπει να ταιριάζει ιδανικά σε αυτό το είδος της εργασίας: . . . η ακολουθία των πράξεων και συμπεριφοράς που εκτελεί ένας αστακός όταν ψάχνει για τροφή, είναι ακριβώς αυτό που κάποιος θα ήθελε να εκτελέσει ένα ρομπότ για να βρει και να εξουδετερώσει υποβρύχιες νάρκες. (82)

Το σχήμα των αστακών τους βοηθά να αντισταθούν στο κατρακύλισμα ή σε ταχέως κινούμενο νερό. Είναι σε θέση να προχωρήσουν προς την κατεύθυνση που θέλουν κάτω από τις πιο δύσκολες συνθήκες, ακόμα και σε πολύ ανώμαλο έδαφος. Με τον ίδιο τρόπο, το ρομπότ-αστακός θα χρησιμοποιεί την ουρά και τα νύχια του για να έχει σταθερότητα.

Στο ρομπότ, μικρό-ήλεκτρο-μηχανικοί αισθητήρες (MEMS) μιμούνται τα αισθητήρια όργανα του αστακού. Εξοπλισμένο με αισθητήρες ρεύματος για νερό και κεραίες, το ρομπότ μπορεί να προσαρμόσει τις κινήσεις του με τα ρεύματα του νερού γύρω από αυτό. Ένας ζωντανός αστακός χρησιμοποιεί τρίχες για να καθορίσει την κατεύθυνση των ρευμάτων, έτσι και οι ήλεκτρο-μηχανικοί αισθητήρες του αστακού – ρομπότ, οι οποίοι προορίζονται να κάνουν το ίδιο πράγμα. (83)

### Η τεχνική του αστακού για τον προσδιορισμό των Αρωμάτων :



Υποβρύχια πλάσματα, όπως τα καβούρια και οι αστακοί χρησιμοποιούν την αίσθηση της όσφρησης για να βρουν τροφή, συντρόφους ή για να ξεφύγουν από τα αρπακτικά ζώα. Μια μελέτη που διενεργήθηκε από ερευνητές των Πανεπιστημίων της Καλιφόρνια στο Berkeley και το Stanford αποκάλυψε πως οι αστακοί μυρίζουν τον κόσμο γύρω τους.

Εικόνα 9-14.

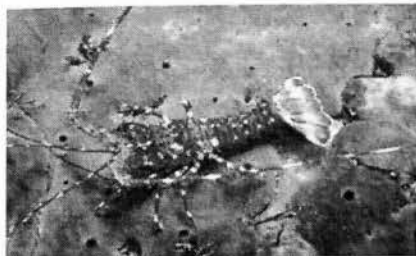
Οι αστακοί έχουν μια πολύ ευαίσθητη αίσθηση της όσφρησης, της οποίας τα χαρακτηριστικά θα ανοίξουν νέους ορίζοντες για τους μηχανικούς ρομποτικής που προσπαθούν να χτίσουν νέους αισθητήρες οσμής. Mimi AR Koehl, ένας καθηγητής της ολοκληρωμένης βιολογίας στο Κολέγιο των Γραμμάτων και Επιστημών του Πανεπιστημίου της Καλιφόρνιας, Berkeley, λέει:

Αν θέλετε να κατασκευάσετε μη επανδρωμένα ρομπότ, για να πάει σε τοξικές περιοχές όπου δεν θέλετε να στείλετε ένα αυτοδύτη, και αν θέλετε τα ρομπότ να εντοπίσουν κάτι από τη μυρωδιά του, τότε θα πρέπει να σχεδιάσετε μύτες ή οσφρητικές κεραίες για αυτά (εικόνα 9-14). (84)

Οι αστακοί και άλλα οστρακόδερμα μυρίζουν με το τίναγμα ενός ζευγαριού antennules (μικρότερο ζεύγος κεραιών) προς την πηγή της οσμής, έτσι ώστε οι χημείο-αισθητηριακές τρίχες στις άκρες των antennules, έρχονται σε επαφή με την υδατοδιαλυτή οσμή των μορίων. Ο αστακός Panulirus ARGUS, ο οποίος ζει στην Καραϊβική Θάλασσα, έχει antennules 30 εκατοστά (3 έως 4 ίντσες) σε μήκος. Από την εξωτερική άκρη της μιας εκ των διασπασμένων ακρών των antennules του, υπάρχουν τρίχες, που το κάνει να μοιάζει με μια βούρτσα-μια περιοχή ιδιαίτερα ευαίσθητη σε χημικές ουσίες.

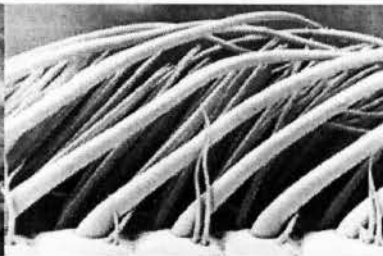
Μια ομάδα ερευνητών με επικεφαλής τον καθηγητή Koehl, κατασκεύασε ένα μηχανικό αστακό, που τίναξε τις antennules του με τον ίδιο τρόπο. Δοκιμές και παρατηρήσεις αυτού του ρομπότ, που ονομάστηκε Rasta Lobsta, έγιναν για να μελετήσει λεπτομερώς την τεχνική που χρησιμοποιούν οι αστακοί, προκειμένου να μυρίζουν.

Εικόνα 9-15.



Αστακός υφάλων

Εικόνα 9-16.



Μαλλιά στις μικρές κεραίες (antennules) του αστακού

Όταν ο αστακός θέλει να μυρίσει κάτι (εικόνα 9-15), χτυπά προς τα κάτω και παράλληλα σπρώχνει το ζεύγος μικρών κεραιών (antennules) αρκετά γρήγορα μέσα στο νερό, λαμβάνοντας έτσι τη μυρωδιά, για να εισχωρήσει στη συνέχεια στην βούρτσα των αισθητηριακών τριχών (εικόνα 9-16). Κατά την επιστροφή όμως, που σαρώνει πιο αργά, οπότε και το νερό δεν είναι σε θέση να μετακινηθεί μεταξύ των τριχών και της όσφρησης που εισχώρησε ανάμεσα στις τρίχες και κατά τη διάρκεια των κτυπημάτων έχουν παγιδευτεί μέχρι την επόμενη γρήγορη κίνηση προς τα κάτω.

Οι antennules (το μπροστινό ζευγάρι κεραιών) προχωρούν μπροστά και πίσω, σε ιδανική ταχύτητα για τον αστακό, ώστε να είναι σε θέση να μυρίσει. Οι δοκιμές έχουν δείξει ότι, αν οι antennules κινηθούν πιο αργά, το νερό δεν θα ρέει μεταξύ των τριχών, περιορίζοντας την ικανότητά του καρκινοειδούς να μυρίσει. Ως εκ τούτου, χρησιμοποιεί τις antennules του κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να είναι σε θέση να διατηρήσει και να συλλάβει ακόμα και μικρές διαφορές στη συγκέντρωση οσμής σε ένα λοφίο. (85)

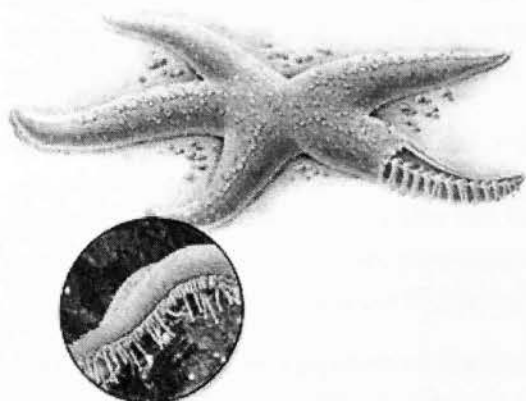
### Η δομή των μυών του σκουληκιού, ανοίγει το δρόμο σε νέα μηχανολογικά συστήματα :

Το δέρμα που καλύπτει κυλινδρικό σώμα ενός σκουληκιού, αποτελείται από ίνες που περιελίσσονται σε μια σταυρωτή ελικοειδή μορφή γύρω και κατά μήκος του σώματός του - ένας εντυπωσιακός σχεδιασμός. Η σύσπαση των μυών του τοιχώματος του σώματός του, οδηγεί στην αύξηση της εσωτερικής πίεσης, και το σκουλήκι είναι σε θέση να αλλάξει το σχήμα και τις ίνες του δέρματός του, επιτρέποντάς του να γίνει από το μικρό και χοντρό σε μακρύ και λεπτό. Αυτή είναι η βάση για το πώς κινούνται τα σκουλήκια (εικόνα 9-17).

Εικόνα 9-17.



Αυτή το μηχανικό σύστημα, εμπνέει σήμερα τα νέα έργα στο Reading Centre του Πανεπιστημίου της Βιομηχανικής. Σε ένα πείραμα, κύλινδροι διαφόρων ιωδών γωνιών, σε ήταν τοποθετημένοι κατά μήκος των γραμμών της ανατομίας του σκουληκιού. Το σχέδιο ήταν να καλυφθούν αυτές οι φιάλες με υγρό-απορροφητικό πολυμερές τζελ. Το νερό προκαλεί σε αυτό το τζελ να επεκταθεί. Με τον τρόπο αυτό, η χημική ενέργεια μετατρέπεται σε μηχανική ενέργεια στη σωστή θέση, και η προκύπτουσα πίεση θα πρέπει να περιέχεται με ασφάλεια στο εσωτερικό της ελικοειδή - τραυματισμένο σάκο. Μόλις το πρήξιμο και η συστολή του πολυμερούς τζελ είναι υπό έλεγχο, αναμένεται ότι το τελικό σύστημα θα λειτουργεί σαν ένα τεχνητό μυ. (86)

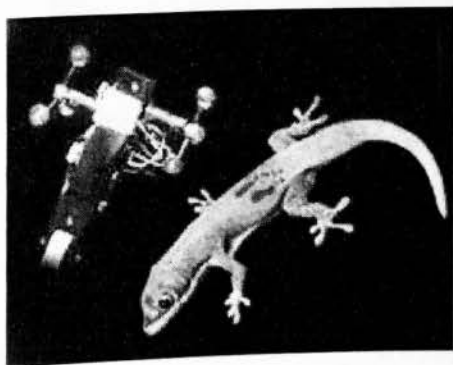


Εικόνα 9-18.

Η αλλαγή του σχήματος, η επέκταση και η συστολή με τη χρήση της πίεσης, είναι κάτι που χρησιμοποιείται συχνά στη φύση. Το σκουλήκι, το χταπόδι, οι αστερίες και οι ανεμώνες είναι μερικά από τα καλύτερα παραδείγματα! Ακόμα το σχήμα που αλλάζει, βρίσκεται πολύ λιγότερο συχνά σε τεχνολογικό

εξοπλισμό. Με αυτά τα λίγα παραδείγματα που υπάρχουν, ασχολείται η υδραυλική πίεση. Στους ανελκυστήρες για παράδειγμα, το υδραυλικό υγρό αντλείται σε ένα λεπτό κύλινδρο, ώστε αυτός να σηκώνει βαριά αντικείμενα. Για να κατεβάσουμε τον ανυψωτήρα, ο κύλινδρος έχει αδειάσει και πάλι. Ο αστερίας επίσης χρησιμοποιεί την υδραυλική πίεση για να κινηθεί. Κατά μήκος της κάτω πλευράς των χεριών τους, τα εχινόδερμα διαθέτουν σωληνωτά πόδια, που συνδέονται με μια εσωτερική, με ένα γεμάτο-υγρό σύστημα σωλήνων. Όταν οι μύες συστέλλουν τους σωλήνες, σαν αποτέλεσμα η υδραυλική πίεση, στέλνει υγρό στα πόδια. Χρησιμοποιώντας τους μυς του, ο αστερίας χρησιμοποιεί μηχανήματα υδραυλικής ενέργειας για τη δημιουργία κυματιστής κίνησης με τα πόδια του, κινούνται μπρος-πίσω επιτρέποντας στον αστερία να προχωρήσει σε μια κατεύθυνση (εικόνα 9-18).

**Τα πόδια του Gecko άνοιξαν νέους τεχνολογικούς ορίζοντες :**



Εικόνα 9-19.

Αυτές οι μικρές σαύρες είναι σε θέση να τρέξουν πολύ γρήγορα στους τοίχους και να περπατήσουν πολύ άνετα προσκολλημένα στο ταβάνι. Μέχρι πρόσφατα, δεν είχαμε καταλάβει πώς θα μπορούσε να είναι δυνατό για οποιοδήποτε σπονδυλωτό ζώο να σκαρφαλώσει στους τοίχους, όπως στα κινούμενα σχέδια και τις ταινίες του ήρωα

Spiderman. Τώρα, μετά από χρόνια έρευνας, έχει αποκαλύψει τελικά το μυστικό από το οποίο εξαρτάται η εξαιρετική τους ικανότητα. Τα μικρά βήματα του το gecko έχουν οδηγήσει σε τεράστιες ανακαλύψεις με τεράστιες επιπτώσεις, ιδιαίτερα για τους σχεδιαστές των ρομπότ (εικόνα 9-19). Λίγα μπορούν να συνοψιστούν ως εξής:

- Ερευνητές στην Καλιφόρνια πιστεύουν ότι τα «κολλώδη» δάχτυλα των ποδιών της σαύρας αυτής, μπορεί να βοηθήσουν στην ανάπτυξη μιας ξηρής και αυτόκαθοριζόμενης κόλλας. (87)

- Τα πόδια των Geckos, δημιουργούν μια συγκολλητική δύναμη 600 φορές μεγαλύτερη από αυτή της τριβής. Το Gecko-σαν ρομπότ, θα μπορούσε να σκαρφαλώσει στους τοίχους των φλεγόμενων κτιρίων, για να διασώσει αυτούς που ήταν μέσα. Οι στεγνές κόλλες, μπορεί να είναι μεγάλο όφελος για μικρότερες συσκευές, όπως σε ιατρικές εφαρμογές και στην αρχιτεκτονική του υπολογιστή. (88)

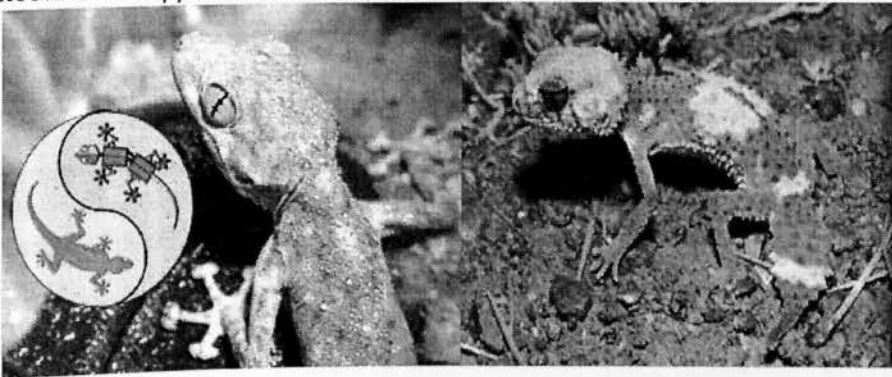
- Τα πόδια τους ενεργούν σαν ελατήρια που ανταποκρίνεται αυτόματα όταν αγγίζουν μια επιφάνεια. Αυτό είναι ένα ιδιαίτερα χρήσιμο χαρακτηριστικό για τα ρομπότ, τα οποία δεν έχουν εγκέφαλο. Τα πόδια των Geckos ποτέ δεν χάνουν την αποτελεσματικότητά τους, ανεξάρτητα από το πόσο χρησιμοποιούνται! Είναι αυτό - καθοριζόμενα και επίσης μπορεί να λειτουργήσουν στο κενό ή και υποβρύχια. (89)

- Μια ξηρή κόλλα θα μπορούσε να βοηθήσει, στο να κρατήσει λεία μέρη του σώματος στη θέση τους, κατά τη διάρκεια μιας νάνο-χειρουργικής επέμβασης. (90)

- Η κόλλα μπορεί να κρατήσει τα ελαστικά των αυτοκινήτων κολλημένα στο δρόμο. (91)

- Τα Gecko σαν ρομπότ θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για την επισκευή ρωγμών στις γέφυρες των πλοίων, και στις προβλήτες, και στην τακτική συντήρηση των δορυφόρων. (92)

- Το ρομπότ που διαμορφώθηκε μετά, από τα πόδια των Γκέκο, θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για να πλύνει τα παράθυρα, να καθαρίσει πατώματα, και οροφές. Όχι μόνο θα είναι σε θέση να ανέβει κατακόρυφα επίπεδα, αλλά θα ξεπεράσει και τα εμπόδια που θα βρίσκονται στο δρόμο του (εικόνα 9-20). (93)



Εικόνα 9-20<sup>α</sup>.

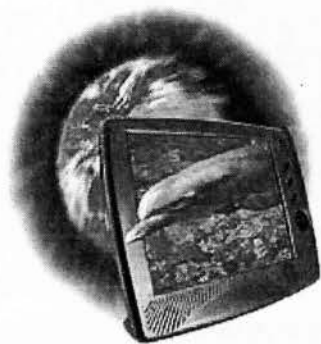
Εικόνα 9-20<sup>β</sup>.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10

### Τεχνολογία στη φύση

Εικόνα 10-1.



Η δημιουργία της τεχνολογίας, όλες οι μέθοδοι κατασκευής και ο εξοπλισμός που χρησιμοποιείται σε ένα συγκεκριμένο κλάδο της βιομηχανίας, δεν είναι καθόλου εύκολη υπόθεση, γιατί πρέπει να συνδυαστούν μαζί πολλά συστατικά. Για την παραγωγή της τεχνολογίας σε κάθε περιοχή, πρώτα απ' όλα πρέπει να διαθέτουμε τις

πληροφορίες (εικόνα 10-1). Στη συνέχεια, οι επιστήμονες και το τεχνικό προσωπικό που πρόκειται να χρησιμοποιήσουν αυτές τις πληροφορίες πρέπει να προστεθούν στην εξίσωση. Το προσωπικό αυτό χρειάζεται τα σωστά υλικά και τις εγκαταστάσεις για να κάνουν τη χρήση αυτών. Για όλους αυτούς τους λόγους, η παραγωγή της τεχνολογίας είναι μια δύσκολη επιχείρηση. Πράγματι, η ιστορία αυτών των προόδων που περιγράφονται ως τεχνολογικές, δεν είναι καθόλου αλματώδεις. Ακόμα και σήμερα, αν και πολλές χώρες απολαμβάνουν την τεχνολογία, πολύ λίγες από αυτές πράγματι παράγουν.

Όπως παρατηρούν οι επιστημονικοί κύκλοι, τα περισσότερα από τα τεχνολογικά προϊόντα που απορρέουν ως αποτέλεσμα των επενδύσεων, των πληροφοριών και της έρευνας, έχουν τα «πρωτότυπα» και τα αντίστοιχά τους στη φύση. Ο Φιλ Γκέιτς, γνωστός επιστήμονας και συγγραφέας του βιβλίου «Άγρια Τεχνολογία», το εκφράζει με τους ακόλουθους όρους:

*«Πολλές από τις καλύτερες εφευρέσεις μας αντιγράφονται, ή χρησιμοποιούνται από άλλα έμβια όντα. Έχουμε ανακαλύψει μόνο ένα μικρό κλάσμα από τον τεράστιο αριθμό των ζωντανών οργανισμών που μοιράζονται τον πλανήτη μας. Κάπου, ανάμεσα στα εκατομμύρια των οργανισμών που παραμένουν άγνωστα, υπάρχουν φυσικά εφευρέσεις που θα μπορούσαν να βελτιώσουν τη ζωή μας. Θα μπορούσαν να παρέχουν νέα φάρμακα, δομικά υλικά, τρόπους ελέγχου των παρασίτων και την αντιμετώπιση της ρύπανσης.» (94)*

#### **Αισθητήρες φωτός στα Φυτά :**

Μερικά είδη φυτών είναι ιδιαίτερα ευαίσθητα στις μεταβολές της έντασης του φωτός. Όταν πέφτει η νύχτα, κλείνουν τα πέταλά τους. Μερικά ανθοφόρα φυτά το κάνουν ακόμα και με τη συννεφιά, προκειμένου να προστατεύσουν τη γύρη τους

από τη δροσιά και τη βροχή που πλησιάζει (εικόνα 10-2). Εμείς οι άνθρωποι χρησιμοποιούμε επίσης αισθητήρες που ανιχνεύουν μεταβολές της φωτεινότητας, και τους χρησιμοποιούμε σε λαμπτήρες που ανάβουν το βράδυ όταν πέφτει το σκοτάδι και σβήνουν μόνοι τους την αυγή. (95)

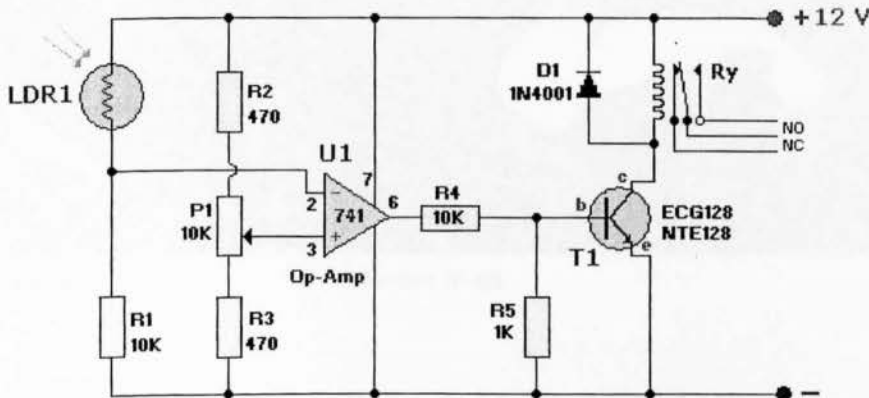
Εικόνα 10-2α.



Εικόνα 10-2β.



Μερικά λουλούδια, ευαίσθητα στο φως, κλείνουν τα πέταλά τους όταν σκοτεινιάζει και τα διατηρούν κλειστά μέχρι το ξημέρωμα. Άλλοι, κρατούν τα λουλούδια τους, αντίκρυ στον ήλιο κατά τη διάρκεια της ημέρας.



Εικόνα 10-3.

Σε έναν αισθητήρα φωτός, το ηλεκτρικό κύκλωμα αποτελείται από πάρα πολλά μέρη. Αν ένα μόνο εξ αυτών έχει αφαιρεθεί ή μόνο μία σύνδεση αλλάξει, το κύκλωμα δεν λειτουργεί. Οι αισθητήρες φωτός στα φυτά, έχουν ένα παρόμοιο χαρακτηριστικό με αυτό το κύκλωμα: Η παραμικρή έλλειψη στο σύστημα, θα κάνει τον αισθητήρα εντελώς άχρηστο (εικόνα 10-3).

### Η πουπουλό-παπια (είδος πάπιας) και το σύστημα μόνωσής της :

Τα σώματά μας παραγάγουν θερμική ενέργεια, από την πέψη των τροφίμων που έχουμε φάει κατά τη διάρκεια της ημέρας. Ο καλύτερος τρόπος για να αποφευχθεί η απώλεια αυτής της ζεστασιάς, είναι το να την κρατήσουμε από το να φύγει πολύ σύντομα από το σώμα μας. Αυτός είναι ο λόγος που φοράμε διαφορετικά

στρώματα ρούχων, ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες. Ο θερμός αέρας, παγιδεύεται μεταξύ των στρωμάτων, και έτσι δεν είναι σε θέση να φτάσει έξω. Η πρόληψη της απώλειας της ενέργειας κατά αυτόν τον τρόπο, ονομάζεται μόνωση.

Η πουπουλό-παπια χρησιμοποιεί ακριβώς την ίδια μέθοδο (εικόνα 10-4). Όπως πολλά πουλιά, τα φτερά της είναι σε θέση να πετάζουν και να διατηρούνται ζεστά. Χρησιμοποιεί μαλακά και αφράτα φτερά στο στήθος της για την οικοδόμηση της φωλιάς της. Αυτό προβλέπεται για να προστατεύσει τα αυγά και τους αναδυόμενους άπτερους νεοσσούς από τον κρύο αέρα. Επειδή τα φτερά της πουπουλόπαπιας κρατούν τον αέρα ζεστό, αναδεικνύουν μια καλύτερη μορφή φυσικής μόνωσης. (96)

Οι σύγχρονοι ορειβάτες, προκειμένου να διατηρήσουν το σώμα τους ζεστό, φορούν ειδικές στολές που είναι γεμάτες με φτερά, τα οποία έχουν ιδιότητες του να κρατούν σε υψηλό βαθμό τη θερμότητα, παρόμοιες με εκείνες των φτερών της πουπουλόπαπιας.



Εικόνα 10-4α.

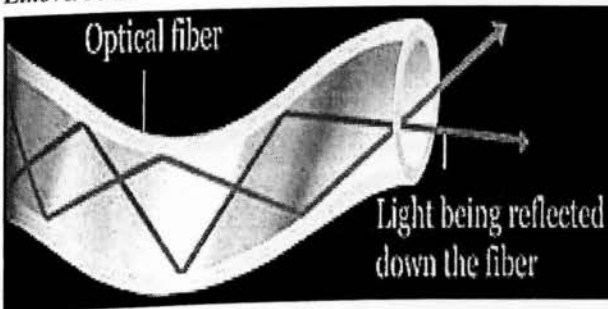


Εικόνα 10-4β.

### Τεχνολογία οπτικών ινών σε ζωντανούς οργανισμούς :

Οι οπτικές ίνες είναι διαφανή καλώδια από γυαλί, ικανό να εκπέμπει φως (εικόνα 10-5). Οι οπτικές ίνες μπορούν εύκολα να καμφθούν και να στρίψουν, μπορούν να φωτίσουν ακόμα και στις πιο απρόσιτες περιοχές. Τα καλώδια οπτικών ινών έχουν επίσης το πλεονέκτημα ότι είναι σε θέση να μεταφέρουν κωδικοποιημένα

Εικόνα 10-5.

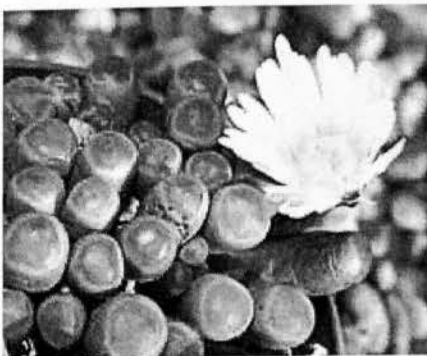


Εικόνα 10-6.



μηνύματα πάνω τους, πολύ καλύτερα από ό, τι άλλα καλώδια μπορούν.

Η γούνα της πολικής αρκούδας είναι πολύ παρόμοια με μια οπτική ίνα (εικόνα 10-6), που μεταφέρουν τις ακτίνες του εξασθετισμένου πολικού ήλιου, κατευθείαν στο σώμα του ζώου. Δεδομένου του ότι η γούνα, έχει δυνατότητες οπτικών ινών, οι ακτίνες του ήλιου κάνουν άμεση επαφή με το δέρμα της αρκούδας. Τόσο μεγάλη είναι η ικανότητα της γούνας της να μεταδώσει το φως παρά το σκληρό πολικό κλίμα, ώστε το δέρμα του ζώου σκουραίνει, και φαίνεται σαν ηλιοκαμένο. Το φως που μετατρέπεται σε θερμότητα και απορροφάται, βοηθά το σώμα της αρκούδας να ζεσταθεί. Χάρη σε αυτό το μοναδικό χαρακτηριστικό της γούνας της, η αρκούδα είναι σε θέση να κρατήσει ζεστό το σώμα της ακόμη και κάτω από τις πολικές συνθήκες κατάψυξης. (97) Η αρκούδα δεν έχει μόνο το χαρακτηριστικό αυτό του δέρματός της που μπορούμε να μάθουμε από αυτό. Μπορούν να περάσουν μέχρι και έξι μήνες το χρόνο σε χειμερία νάρκη, αυτό το κάνουν τοποθετώντας τα απλεκριτικά τους συστήματα σε αναμονή και χωρίς να υποστούν σταδιακή συσσώρευση τοξικών στο αίμα τους. Αν ανακαλύπτοντας, πώς το κάνουν αυτό, θα βοηθήσουμε στην καταπολέμηση του διαβήτη. (98)



Εικόνα 10-7.

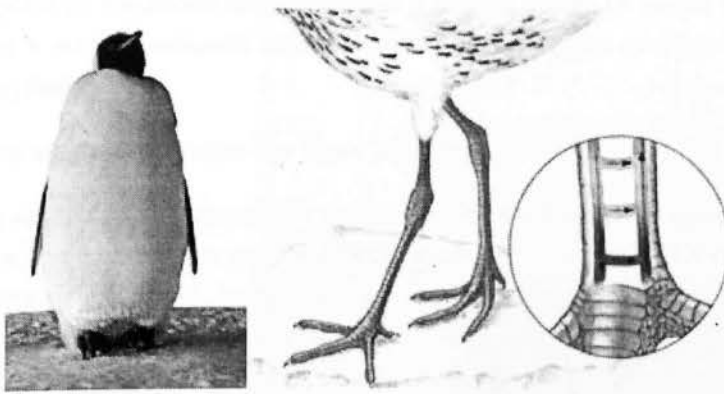
Η πολική αρκούδα δεν είναι ο μόνος ζωντανός οργανισμός που διαθέτουν τεχνολογία οπτικών ινών. Τα φύλλα του φυτού Fenestraria (εικόνα 10-7), που ζει στις ερήμους της Νότιας Αφρικής, είναι σχεδόν εξ ολοκλήρου θαμμένα στην άμμο. Αυτό τα προστατεύει από την απώλεια νερού και από τα ζώα που βόσκουν. Η άκρη του κάθε φύλλου είναι διαφανής: Το φως μπαίνει εδώ και ταξιδεύει κάτω από το φύλλο.

**Τα αρκτικά πουλιά, χρησιμοποιούν εναλλάκτες θερμότητας (αντί-ρεύμα):**

Στα πιο κρύα κλίματα, τα τοπικά πουλιά έχουν γενικά τα πόδια τους, είτε σε κρύο νερό είτε στέκονται στον πάγο. Ωστόσο, σε καμία περίπτωση δε θα παγώσουν. Όλα τους έχουν κυκλοφοριακά συστήματα που μειώνουν την απώλεια θερμότητας στο ελάχιστο. Σε αυτά τα πουλιά, η ψύξη και η θέρμανση του αίματος γίνεται σε διαφορετικά αιμοφόρα αγγεία, ωστόσο τα εν λόγω αγγεία τρέχουν κοντά μεταξύ τους (εικόνα 10-8). Με τον τρόπο αυτό, ζεστό αίμα ρέει προς τα κάτω άκρα και θερμαίνει το κρύο αίμα που κυκλοφορεί προς τα πάνω. Αυτό μειώνει επίσης το σοκ του κρύου αίματος που επιστρέφει στο σώμα από τα πόδια. Αυτό το φυσικό μηχανισμό ανταλλαγής θερμότητας, που είναι γνωστή ως αντί-ρεύμα, είναι ίδιο με εκείνη που χρησιμοποιείται σε διάφορα μηχανήματα. (99)

Σε αυτές τους « μετρητές ρεύματος » εναλλάκτες θερμότητας, δύο υγρά (υγρό ή αέριο) κινούνται σε αντίθετες κατευθύνσεις από δύο χωριστά αλλά συνεχόμενα

κανάλια. Αν το υγρό σε ένα κανάλι είναι θερμότερο από ό, τι στο άλλο, η θερμότητα περνά από το πιο ζεστό υγρό στο ψυχρότερο.



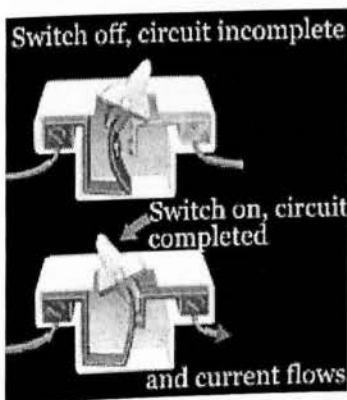
Εικόνα 10-8.

**Μπορούν τα φυτά να χρησιμοποιήσουν έναν ηλεκτρικό διακόπτη?**



Εικόνα 10-9.

Η σαρκοφάγα «μυγοπαγίδα της Αφροδίτης», πιάνει έντομα που προσγειώνονται πάνω στην αρθρωτή παγίδα της και ενεργοποιούν τις τρίχες τους πάνω σε αυτά. Αυτές οι τρίχες λειτουργούν σαν ηλεκτρικοί διακόπτες (εικόνα 10-9). Τη στιγμή που κάποιος τους αγγίζει, εκπέμπει ηλεκτρικά σήματα που αλλάζουν την ισορροπία του νερού στα κύτταρα του φυτού, και ενεργοποιούν τη ροή του νερού από τα κύτταρα κατά μήκος του φύλλου midrib, κλείνοντας την παγίδα. (100)



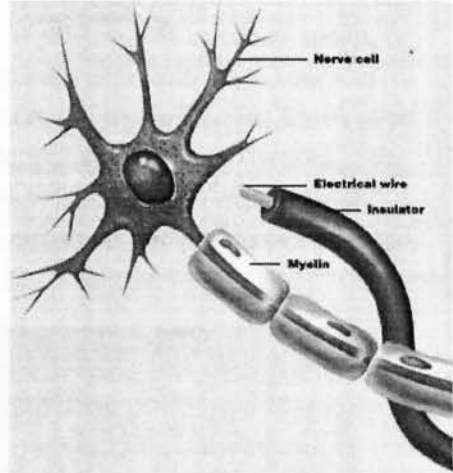
Οι διακόπτες ελέγχουν τη ροή του ρεύματος στα ηλεκτρικά κυκλώματα, τα οποία λειτουργούν με τον ίδιο τρόπο. Όταν ο διακόπτης είναι απενεργοποιημένος, το ηλεκτρικό ρεύμα δεν μπορεί να ρέει. Μόλις ενεργοποιηθεί και το κύκλωμα ολοκληρωθεί, το ηλεκτρικό ρεύμα αρχίζει να ρέει κατά μήκος του σύρματος και πάλι (εικόνα 10-10). Ομοίως, τα ζώα και τα φυτά χρησιμοποιούν πάρα πολλούς βιολογικούς διακόπτες για να ξεκινήσουν ή να σταματήσουν τη ροή των ηλεκτρικών σημάτων, για τα σχετικά μέρη του σώματός τους. (101)

Εικόνα 10-10.

Το κύκλωμα της «μυγοπαγίδας της Αφροδίτης», στην πραγματικότητα λειτουργεί σαν δύο ηλεκτρικοί διακόπτες που συνδέονται μεταξύ τους σε σειρά. Δύο τρίχες θα πρέπει να τονωθούν πριν να κλείσει η παγίδα. (102) Το μέτρο αυτό αποτρέπει τα περιττά κλεισίματα που προκαλούνται από τέτοια φαινόμενα, όπως οι σταγόνες της βροχής.

### Αν τα νευρικά κύτταρα δεν είχαν μόνωση :

Οι νευρικές ίνες μεταφέρουν μηνύματα από τον εγκέφαλο προς τους μυς και άλλα όργανα, και από εκεί, τα μηνύματα πάνε πίσω στον εγκέφαλο. Οι ίνες είναι επικαλυμμένες με μια ειδική, λιπαρή ουσία που είναι γνωστή ως μυελίνη, που λειτουργεί ακριβώς όπως η πλαστική μόνωση γύρω από ένα ηλεκτρικό καλώδιο (εικόνα 10-11). Ακόμη και αν υποθεθεί πως δεν υπάρχει, τότε τα ηλεκτρικά σήματα που θα διαρρέυσουν μακριά στους περιβάλλοντες ιστούς, είτε παραφράζουν το μήνυμα είτε βλάπτουν το σώμα. (103)



Εικόνα 10-11.

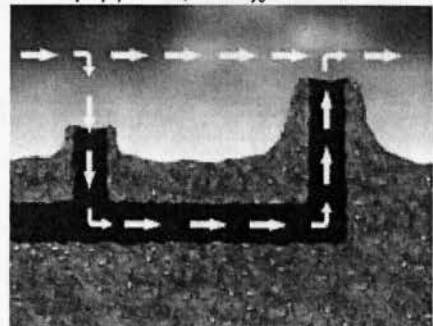
Τα ηλεκτρικά καλώδια, είναι σχεδιασμένα για την προστασία από τραυματισμό σε εκείνους που τα αγγίζουν και επίσης στο να αποφευχθεί η απώλεια ισχύος λόγω διαρροής ηλεκτρικού ρεύματος. Για το σκοπό αυτό, χρησιμοποιούνται σκληρά και ανθεκτικά πλαστικά.

### Prairie Dog (είδος υλακτούντος τρωκτικού) – Τεχνολογία Εξαερισμού:



Εικόνα 10-12.

Πολλά ζώα κατασκευάζουν υπόγεια καταφύγια που απαιτούν ειδικές λειτουργίες για την υπεράσπισή τους από τα αρπακτικά ζώα. Σε ένα τέτοιο καταφύγιο, οι σήραγγες πρέπει να είναι σε συγκεκριμένη απόσταση από την επιφάνεια και παράλληλα με το έδαφος, ή αλλιώς μπορούν εύκολα να πλημμυρίσουν (εικόνα 10-13). Εάν οι σήραγγες είναι σκαμμένες σε μια απότομη γωνία, ενδέχεται ο κίνδυνος της κατάρρευσης. Ένα άλλο πρόβλημα στην κατασκευή της σήραγγας είναι η ανάγκη για αέρα και εξαερισμό.



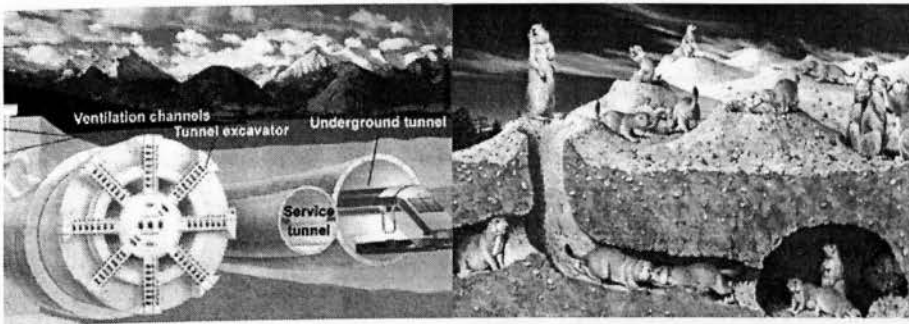
Εικόνα 10-13.

Τα σκυλιά αυτά είναι κοινωνικά ζώα, που ζουν σε μεγάλες ομάδες σε λαγούμια που

κατασκευάζουν υπόγεια (εικόνα 10-12). Καθώς ο πληθυσμός τους αυξάνεται, σκάβουν νέα λαγούμια ενώνοντάς τα με σήραγγες. Ο χώρος που καταλαμβάνουν τέτοια συγκροτήματα μπορεί να είναι ίσος με μερικές φορές το μέγεθος μιας μικρής πόλης, και επομένως ο αερισμός είναι ζωτικής σημασίας. Ως εκ τούτου τα ζώα αυτά, χτίζουν υπέργειους πύργους από όπου αναδύονται οι σήραγγές τους, όπως και στα ηφαίστεια, οι οποίες αφήνουν τον αέρα να εισχωρήσει μέσα στην πόλη.

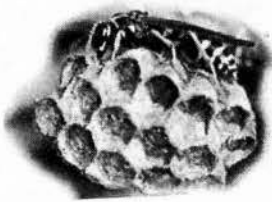
Ο αέρας ταξιδεύει από τις περιοχές με την υψηλότερη πίεση, στις περιοχές με τη πιο χαμηλή. Μερικοί από τους πύργους που κατασκευάζουν τα τρωκτικά αυτά, είναι ψηλότεροι από τους άλλους. Οι διαφορές ύψους τους, οδηγούν σε διαφορετικά επίπεδα της πίεσης του αέρα στις εισόδους των σηράγγων. Με αυτό τον τρόπο, ο αέρας εισέρχεται στους πύργους με χαμηλή πίεση του αέρα από πάνω τους και αναδύεται μέσα από αυτούς με υψηλή πίεση. Αέρα που στις σήραγγες περνά μέσα από όλες τις φωλιές, δημιουργώντας έτσι ένα ιδανικό σύστημα κυκλοφορίας του αέρα. Ο αέρας που συντάσσεται στις σήραγγες περνά μέσα από όλες τις φωλιές, δημιουργώντας έτσι ένα ιδανικό σύστημα κυκλοφορίας του αέρα (εικόνα 10-14).

(104)



Εικόνα 10-14.

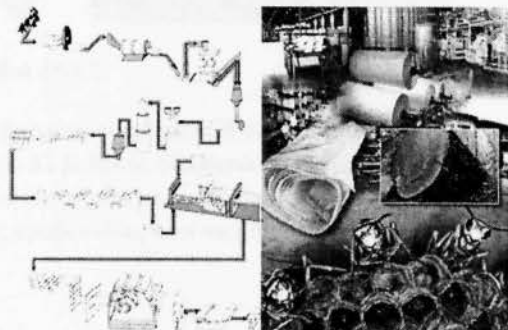
### Σφήκες και Χαρτοβιομηχανία :



Μια σειρά χημικών διεργασιών μετατρέπει τους κορμούς των δέντρων σε ένα είδος πολτού, που μπορεί αργότερα να μετατραπεί σε χαρτί. Ωστόσο, οι εφευρέτες του χαρτιού είναι οι σφήκες (εικόνα 10-15).

Εικόνα 10-15.

Για να χτίσουν τις φωλιές τους, οι σφήκες χρησιμοποιούν χαρτί, δημιουργώντας το με την ανάμειξη του σάλιου τους με μασημένα θραύσματα ξύλου (εικόνα 10-16). Η βιομηχανία επίπλων παράγει μοριοσανίδα με τον ίδιο ακριβώς τρόπο, παρόλο που χρησιμοποιείτε η



Εικόνα 10-16.

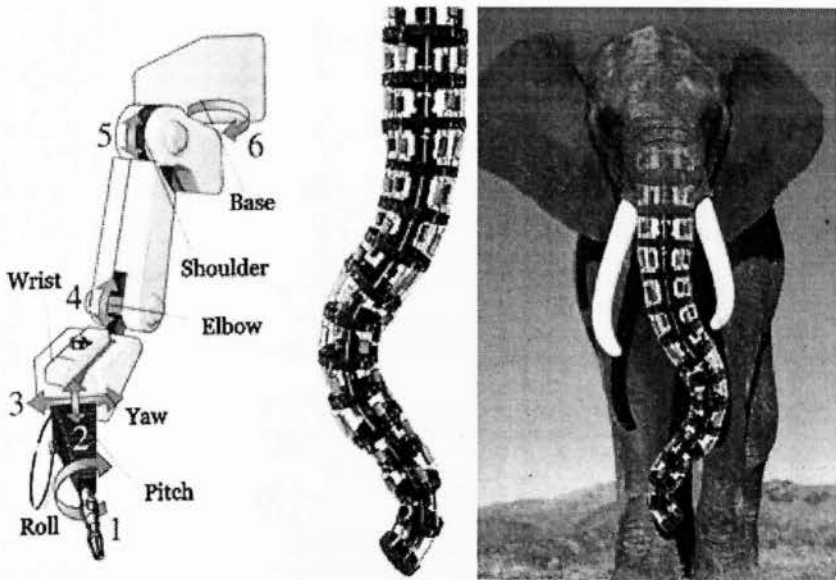
κόλλα αντί του σάλιου. (105)

Κάθε σφήκα θυμίζει ένα ιδιαίτερα αποδοτικό δέντρο επεξεργασίας και εργοστάσιο παραγωγής χαρτιού. Ωστόσο, όλες οι διεργασίες που εκτελούνται από τα μεγάλα βιομηχανικά συγκροτήματα, οι σφήκες τις εκτελούν εντός των μικρών σωμάτων τους.

Αυτό το διάγραμμα δείχνει τις διάφορες διαδικασίες κατά την κατασκευή του χαρτιού. Αν μόνο ένα από αυτά τα στάδια παραληφθεί, το χαρτί δεν μπορεί να παραχθεί. Το ισοδύναμο σε όλες αυτές τις διεργασίες που πραγματοποιούνται στο μικρό σώμα της σφήκας, είναι λίγα μόλις εκατοστά.

**Ένας ρομποτικός βραχίονας εμπνευσμένος από τη προβοσκίδα του ελέφαντα :**

Δεδομένου ότι οι επιστήμονες προσπάθησαν να σχεδιάσουν ένα ρομποτικό βραχίονα, ένα από τα χειρότερα προβλήματα που αντιμετωπίζει η επίτευξη της ελεύθερης κυκλοφορίας. Για το βραχίονα ενός ρομπότ που θα εξυπηρετεί κάθε χρήσιμο σκοπό, πρέπει να είναι σε θέση να εκτελέσει όλες τις κινήσεις που απαιτούνται από το συγκεκριμένο έργο. Η προβοσκίδα ενός ελέφαντα, με 50.000 και παραπάνω μύες του, (106) είναι ένα από τα πιο εντυπωσιακά παραδείγματα (εικόνα 10-17).



Εικόνα 10-17.

Αριστερά: Ένας ρομποτικός βραχίονας με έξι βαθμούς ελευθερίας. Μέση: Μία ρομποτική προβοσκίδα, στο πρότυπο του ελέφαντα και έχει 32 βαθμούς ελευθερίας. Οι προβοσκίδες των ελεφάντων έχουν ασύγκριτα μεγαλύτερες δυνατότητες και στην ελευθερία της κίνησης. Αν έπρεπε να χρησιμοποιήσουν αυτές τις τεχνητές προβοσκίδες αντί των δικών τους, θα αντιμετώπιζαν σοβαρές δυσκολίες.



Ο ελέφαντας είναι σε θέση να κινήσει τη προβοσκίδα του προς οποιαδήποτε κατεύθυνση θέλει και μπορεί να εκτελέσει εργασίες που απαιτούν τη μεγαλύτερη προσοχή και ευαισθησία.

Ένας ρομποτικός βραχίονας που κατασκευάστηκε στις ΗΠΑ στο Πανεπιστήμιο Rice, δεν έχει ενιαίο σκελετό που να μοιάζει με τη δομή της προβοσκίδας, χαρίζοντας έτσι με τεράστια ευελιξία και ελαφρότητα. Ο ρομποτικός βραχίονας, από την άλλη πλευρά, έχει μια σπονδυλική στήλη. Η προβοσκίδα του ελέφαντα κατέχει τέτοιο βαθμό κινήσεων το οποίο της επιτρέπει να κινηθεί προς οποιαδήποτε κατεύθυνση, ενώ ο ρομποτικός βραχίονας αποτελείται από 32 βαθμούς ελευθερίας σε 16 συνδέσεις. **(107)**

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>

1 David Perlman, "Business and Nature in Productive, Efficient Harmony," *San Francisco Chronicle*, November 30, 1997, p. 5; [http://www.biomimicry.org/reviews\\_text.html](http://www.biomimicry.org/reviews_text.html)

2 Billy Goodman, "Mimicking Nature," *Princeton Weekly*, Feature-January 28, 1998; <http://www.princeton.edu/~cml/html/publicity/PAW19980128/0128feat.htm>

3 Ilhan Aksay, "Malzeme Biliminin Onderlerinden" (A leading figure in material science), *Bilim ve Teknik*(Science and Technology Magazine), TUBITAK Publishing's, February 2002, p. 93.

4 "Learning from Designs in Nature," Life A product of Design; [http://www.watchtower.org/library/g/2000/1/22/article\\_02.htm](http://www.watchtower.org/library/g/2000/1/22/article_02.htm)

5 *Ibid.*

6 Benyus, *Biomimicry*, pp. 99-100.

7 "Learning from Designs in Nature," Life A product of Design; [http://www.watchtower.org/library/g/2000/1/22/article\\_02.htm](http://www.watchtower.org/library/g/2000/1/22/article_02.htm)

8 Julian Vincent, "Tricks of Nature," *New Scientist*, August 17, 1996, vol. 151, no. 2043, p. 38.

9 *Ibid.* p. 39.

10 <http://www.rdg.ac.uk/AcaDepts/cb/97hepworth.html>

11 Julian Vincent, "Tricks of Nature," *New Scientist*, August 17, 1996, vol. 151, no. 2043, p. 39

12 *Ibid.* p. 40.

13 J. M. Gosline, M. E. DeMont & M. W. Denny, "The Structure and Properties of Spider Silk," *Endeavour*, Volume 10, Issue 1, 1986, p. 42.

14 "Learning from Designs in Nature", Life A product of Design; [http://www.watchtower.org/library/g/2000/1/22/article\\_02.htm](http://www.watchtower.org/library/g/2000/1/22/article_02.htm)

15 "Spider (arthropod)," *Encarta Online Encyclopedia 2005*

16 J. M. Gosline, M. W. Denny & M. E. DeMont, "Spider silk as rubber," *Nature*, vol. 309, no. 5968, pp. 551-552; <http://iago.stfx.ca/people/edemont/abstracts/spider.html>

17 "How Spiders Make Their Silk", *Discover*, vol. 19, no. 10, October 1998.

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>

18 Ali Demirsoy, *Kalitim ve Evrim* (Inheritance and Evolution), Meteksan Publishing Co., Ankara, 1984, p. 80.

19 Jim Robbins, "Engineers Ask Nature for Design Advice," *New York Times*, December 11, 2001.

20 Jim Robbins, "Engineers Ask Nature for Design Advice," *New York Times*, December 11, 2001.

21 John Whitfield, "Making Crops Cry For Help," *Nature*, April 12, 2001, p. 736-737.

22 Peter Weiss, "Soaking Up Rays," *Science News*, August 4, 2001.

23 *Ibid.*

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>

- 24 "Learning From Designs in Nature," Life A product of Design;  
[http://www.watchtower.org/library/g/2000/1/22/article\\_02.htm](http://www.watchtower.org/library/g/2000/1/22/article_02.htm)
- 25 Stuart Blackman, «Synchronized» Swimming," *BBC Wildlife*, February 1998, p. 57.
- 26 Waikiki Aquarium Education Department, December 1998;  
<http://waquarium.mic.hawaii.edu/MLP/root/html/MarineLife/Invertebrates/Molluscs/Nautilus.html>

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup>

- 27 "The Designing Times," vol. 1, no. 8, March 2000;  
<http://www.godandscience.org/evolution/design.html>
- 28 Philip Ball, "Astounding Bat Mobility," *Nature*, February 2, 2001.
- 29 For further details see Harun Yahya's *Design in Nature*, Ta Ha Publishers, and January 2002.
- 30 Phil Gates, *Wild Technology*, p. 52.
- 31 Betty Mamane, "Le surdoué du garnd blue," *Science ET vie Junior*, August 1998, pp. 79-84.
- 32 Sonar means "Sound Navigation and Ranging."
- 33 "Yale Sonar Robot Modeled after Bat and Dolphin Echolocation Behavior," Yale University—Office of Public Affairs; <http://www.robotbooks.com/sonar-robots.htm>
- 34 "Biomimicry," Buckminster Fuller Institute; <http://www.bfi.org/Trimtab/spring01/biomimicry.htm>
- 35 *New Scientist*, October 14, 2000, p. 20.
- 36 "Kırlilige Balık Dedektoru", *Science*; trans.: Mustafa Ozturk, *Bilim ve Teknik* (Science and Technology), TÜBİTAK Publishing's, February 1991, p. 43.

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup>

- 37 "Kusursuz Uçus Makineleri" (Flawless Flying Machines), *Reader's Digest*, trans.: Ruhsar Kansu, *Bilim ve Teknik* (Science and Technology), TÜBİTAK Publishing's, no. 136, March 1979, p. 21.
- 38 "Biyonik, Dogayı Kopya Etmektir." (Bionics Copies Nature) *Science ET Vie*, trans.: Dr.Hanash Gur, *Bilim ve Teknik* (Science and Technology), TÜBİTAK Publishing's, July 1985, pp. 19-20.
- 39 Necmi Kara, "Yakıtsız Uçus" (Fuelless Flight), *Bilim ve Teknik* (Science and Technology), TÜBİTAK Publishing's; <http://www.biltek.tubitak.gov.tr/dergi/98/ocak/yakitsiz.html>
- 40 "Biyonik, Dogayı Kopya Etmektir" (Bionics Copies Nature), *Science ET Vie*, trans.: Dr.Hanash Gur, *Bilim ve Teknik* (Science and Technology), TÜBİTAK Publishing's, July 1985, p. 19.
- 41 Michael Dickinson, "Solving the Mystery of Insect Flight," *Scientific American*, June 2001.
- 42 *Ibid.*
- 43 *Ibid.*

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6<sup>ο</sup>

- 44 Hideki Takagi, Ross Sanders, "Hydrodynamics makes a splash," *Physics World*, September 2000.
- 45 "Heat-seeking vipers may help with U.S. defense, UT Austin researcher finds," *On Campus*, vol.28, no.08, 27 June 2001;  
[http://www.utexas.edu/admin/opa/oncampus/01oc\\_issues/oc010627/oc\\_vipers.html](http://www.utexas.edu/admin/opa/oncampus/01oc_issues/oc010627/oc_vipers.html)
- 46 *Ibid.*
- 47 *Ibid.*
- 48 *International Wildlife*, September-October 1992, p. 34.
- 49 Ann Marie Cunningham, "Clothes That Change Color, ScienCentral.Inc» [www.sciencentral.com](http://www.sciencentral.com).
- 50 Parker, A.R., "Light-reflection strategies," *American Scientist* (1999a) 87 (3), 248-255;  
<http://www.rdg.ac.uk/Biomim/00parker.htm>
- 51 Parker, A. R., "Water capture by a desert beetle," *Nature* 414, 2001, pp. 33-34.
- 52 Stuart Blackman, "Fatal Flasher," *BBC Wildlife*, April 1998, vol.16, no.4, p. 60.

- 53 <http://www.milliyet.com.tr/2001/07/31/yasam/yas07.html>
- 54 Eiji Nakatsu, "Learning From Nature - A Flight of Wild Birds and Railways," [http://www.wbsj.org/birdwatching/contribution/97\\_910e.html](http://www.wbsj.org/birdwatching/contribution/97_910e.html)
- 55 *Ibid.*
- 56 "Biomimicry", Buckminster Fuller Institute; <http://www.bfi.org/Trintab/spring01/biomimicry.htm>
- 57 Ilan Greenberg, "Butterflies Show Path to Cooler Chips," *Wired News*, <http://wired-vig.wired.com/news/technology/0,1282,10163,00.html>.

#### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7<sup>ο</sup>

- 58 Robert Kunzig, "The Beat Goes On," *Discover*, January 2000.
- 59 *Ibid.*
- 60 *Ibid.*
- 61 *Ibid.*
- 62 "The Internet strikes back," *New Scientist*, May 24, 1997.
- 63 Phil Gates, *Wild Technology*, p. 54.
- 64 Jim Giles, "Think Like A Bee," *Nature*, March 29, 2001, pp. 510-512.
- 65 *Ibid.*
- 66 Swat's new?—fly that's setting the hearing world abuzz", NIDCD, February 13, 2003; <http://www.nidcd.nih.gov/health/education/news/swatz.asp>
- 67 Peter M. Narins, "Acoustics: In a Fly's Ear," *Nature* 410, 2001, pp. 644-645.

#### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8<sup>ο</sup>

- 68 "Biyonik, Dogayı Kopya Etmektir" (Bionics Copies Nature), *Science ET Vie*, trans.: Dr.Hanashi Gur, *Bilim ve Teknik* (Science and Technology), TUBITAK Publishing's, July 1985, p. 21.
- 69 Smithsonian National Zoological Park; [http://www.fonz.org/zoogoer/zg1999/28\(4\)biomimetics.htm](http://www.fonz.org/zoogoer/zg1999/28(4)biomimetics.htm)
- 70 David Attenborough, *The Private Life Of Plants*, Princeton University Press, 1995, p. 291.
- 71 Smithsonian National Zoological Park; [http://www.fonz.org/zoogoer/zg1999/28\(4\)biomimetics.htm](http://www.fonz.org/zoogoer/zg1999/28(4)biomimetics.htm)
- 72 "Biyonik, Dogayı Kopya Etmektir," (Bionics Copies Nature) *Science ET Vie*, trans.: Dr.Hanashi Gur, *Bilim ve Teknik* (Science and Technology), TUBITAK Publishing's, July 1985, p. 21.
- 73 Erica Klarreich, "Good vibrations," *Nature Science Update*, April 3, 2001.

#### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9<sup>ο</sup>

- 74 Joseph Ayers, Joel L. Davis and Alan Rudolph, "Neurotechnology for Biomimetic Robots," <http://mitpress.mit.edu/catalog/item/default.asp?sid=059CE164-6183-4410-8320-D5828734B95A&ttype=2&tid=8812>
- 75 for further information see Harun Yahya's *For Men of Understanding*, Ta Ha Publishers, and April 2003.
- 76 Kevin Bonsor, "How Snakebots will Work," Howstuffworks; <http://www.howstuffworks.com/snakebot.htm>
- 77 Duncan Graham-Rowe, "Walk like a scorpion," *New Scientist*; 21 April 2001.
- 78 Biological Analysis," AIS Approach; <http://ais.gmd.de/BAR/SCORPION/biology.htm>
- 79 *Ibid.*
- 80 Duncan Graham-Rowe, "Walk like a scorpion," *New Scientist*; 21 April 2001.
- 81 Yvonne Carts-Powell, "Robots mimic living creatures," *OE Reports*; <http://www.spie.org/web/oer/september/sep00/cover1.html>
- 82 *Ibid.*
- 83 *Ibid.*
- 84 Robert Sanders, "Lobster sniffing: how lobsters' hairy noses capture smells from the sea," *UC*

Berkeley Campus News, November 30, 2001;

[http://www.berkeley.edu/news/media/releases/2001/11/30\\_lobst.html](http://www.berkeley.edu/news/media/releases/2001/11/30_lobst.html)

85 Ibid.

86 Projects at the Centre for Biomimetics; <http://www.rdg.ac.uk/Biomim/projects.htm>

87 *BBC News Online*, June 7, 2000;

[http://news.bbc.co.uk/low/english/sci/tech/newsid\\_781000/781611.htm](http://news.bbc.co.uk/low/english/sci/tech/newsid_781000/781611.htm)

88 *World Wealth International*, vol. 1, no. 1, February 2001;

<http://www.worldwealth.net/samplemag/ArticleGeckoPrint.html>

89 Fenella Saunders, "Robo-Geckos," *Discover*, September 2000, vol. 21, no. 9

90 Ibid.

91 Ibid.

92 Ibid.

93 Ibid.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10<sup>ο</sup>

94 Phil Gates, *Wild Technology*, p. 5.

95 Ibid. p. 55.

96 Ibid. p. 64.

97 Ibid. p. 67.

98 "Biomimicry", Your Planet Earth Glossary 1.0.1;

<http://www.yourplanetearth.org/terms/details.php3?term=Biomimicry>

99 Phil Gates, *Wild Technology*, p. 65.

100 For further information see Harun Yahya's *For Men of Understanding*, Ta Ha Publishers, and April 2003.

101 Phil Gates, *Wild Technology*, p. 66.

102 <http://www.bitkidunyasi.net/ilginbitkiler/ilginbitkiler1.html>

103 Phil Gates, *Wild Technology*, p. 67.

104 Animal Inventors, *National Geographic Channel* (Turkey), November 25, 2001.

105 Phil Gates, *Wild Technology*, p. 16.

106 Richard Dawkins, *Climbing Mount Improbable*, W.W. Norton & Company, September 1996, p. 92.

107 "The Elephant's Trunk Robotic Arm;" <http://ece.clemson.edu/crb/labs/biomimetic/elephant.htm>