



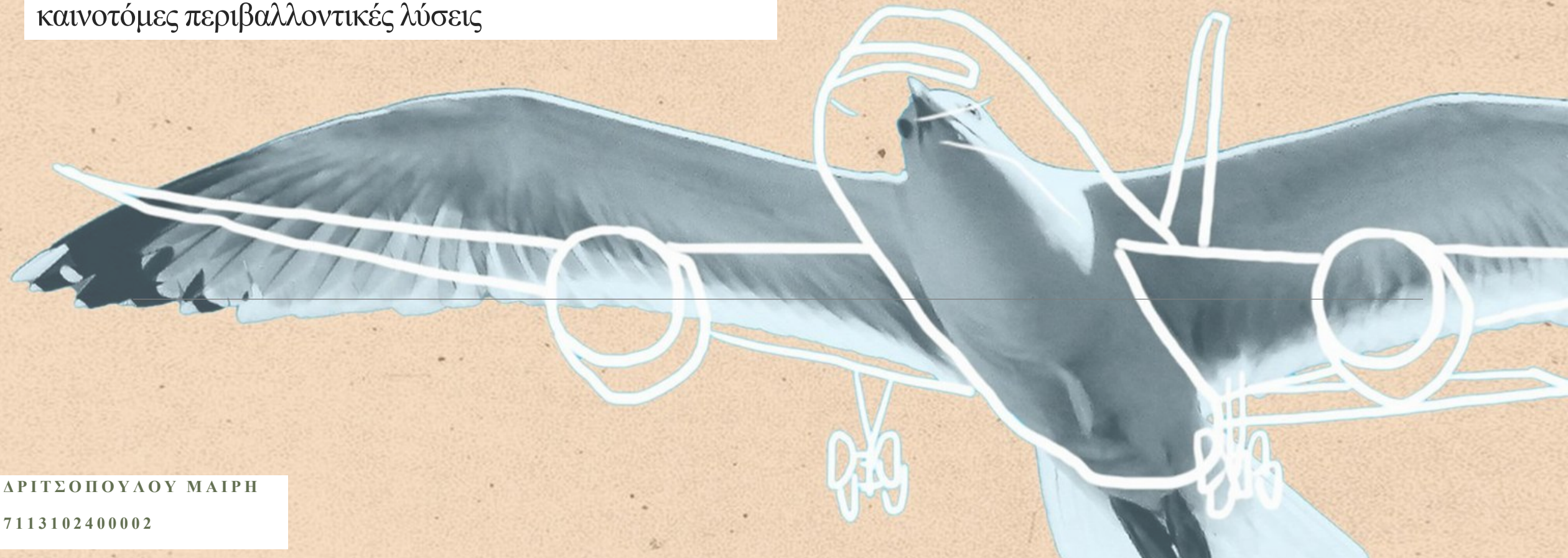
ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών

— ΙΔΡΥΘΕΝ ΤΟ 1837 —

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΒΙΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

Βιομιμιτισμός: Η φύση ως πηγή έμπνευσης για
καινοτόμες περιβαλλοντικές λύσεις



ΔΡΙΤΣΟΠΟΥΛΟΥ ΜΑΙΡΗ

7113102400002

Biomimicry

It's the practice that learns from and mimics the strategies found in nature to solve human design challenges – and find hope along the way.



BIOMIMETISΜΟΣ



- Ο όρος «Βιομιμιτισμός», προέρχεται από την αρχαία ελληνική: **βίος (bios)** και τη λέξη **μίμησις (mīmēsis)** και αφορά στην μίμηση των μοντέλων, των συστημάτων και των στοιχείων της φύσης με σκοπό την επίλυση σύνθετων ανθρώπινων προβλημάτων.

- Η «βιομιμητική» 1957, περιλαμβάνει τη μελέτη του σχηματισμού, της δομής και της λειτουργίας βιολογικά παραγόμενων ουσιών και υλικών, καθώς και βιολογικών μηχανισμών και διεργασιών → με σκοπό τη σύνθεση παρόμοιων προϊόντων μέσω τεχνητών μέσων.

Γεφυρώνεται το χάσμα μεταξύ εργαστηρίων και βιομηχανίας, ενσωματώνοντας γνώσεις από διάφορους τομείς

Η βιομιμητική αποτελεί ένα διεπιστημονικό πεδίο που αντλεί έμπνευση από τις δομές, τις λειτουργίες και τις στρατηγικές επιβίωσης του φυσικού κόσμου, προκειμένου να επιλύσει τεχνολογικά, μηχανικά, αρχιτεκτονικά και περιβαλλοντικά προβλήματα

BIOMIMETISΜΟΣ



Οι βιοεμπνευσμένες προσεγγίσεις ενσωματώνουν μια ποικιλία ιδεών και καινοτομιών που αντλούν έμπνευση από βιολογικές δομές ή διεργασίες, χωρίς να περιορίζονται απαραίτητα στην άμεση μίμηση ή αντιγραφή τους

Η βιομιμητική λειτουργεί ως μεθοδολογία που αντλεί έμπνευση από τη φύση για την επίλυση προβλημάτων και την προώθηση της τεχνολογικής ανάπτυξης, εστιάζοντας στην ανάπτυξη υλικών και τεχνολογιών που μιμούνται τη σύσταση, τη δομή και τη λειτουργικότητα των φυσικών συστημάτων.

Ο στόχος της δεν είναι απλώς η αντιγραφή της φύσης, αλλά η κατανόηση των υποκείμενων φυσικών αρχών και η προσαρμογή τους σε τεχνολογίες που δημιουργούνται από τον άνθρωπο (Zhang et al., 2025).

ΠΟΙΟΣ ΕΙΝΑΙ Ο ΣΤΟΧΟΣ;

**Basic Biomimicry Era: The
Early Observations and
Inspiration (Pre-15th century)**

**Emergence of Modern
Biomimicry**

20th Century

21st Century to present

15th century

Late 20th century

**Emergence of Early
Biomimicry Innovators
(15th- 20th Century)**

**The Cambrian Explosion of
Biomimicry and Research
(21st Century to present
day)**

ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Η ιστορική εξέλιξη της βιομιμητικής μπορεί να χωριστεί σε τέσσερις διακριτές φάσεις:

1. Βασική περίοδος βιομιμητικής (Primitive biomimicry)
2. Πρώιμη περίοδος (Early biomimicry)
3. Σύγχρονη περίοδος (Modern biomimicry)
4. Εποχή της "Καμβριανής Έκρηξης" της καινοτομίας (Cambrian explosion era)

ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

1. Βασική περίοδος βιομιμητικής (Primitive biomimicry)

Κατά την πρώιμη αυτή φάση, οι ανθρώπινες κοινωνίες αντλούσαν έμπνευση από τον φυσικό κόσμο με τρόπο **εμπειρικό και μη συστηματικό**. Η μίμηση της φύσης περιοριζόταν σε απλές μορφολογικές ή λειτουργικές προσεγγίσεις, χωρίς επιστημονική μεθοδολογία. Η σχέση με τη φύση ήταν κυρίως παρατηρητική και μυθολογική.

- Μύθοι όπως αυτός του Ίκαρου και του Δαίδαλου, που αποπειράθηκαν πτήση με φτερά μιμούμενοι τα πτηνά.
- Οι πρώτες αιχμηρές κατασκευές (όπλα, εργαλεία) εμπνευσμένες από φυσικές μορφές όπως νύχια ή δόντια.

ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

2. Πρώιμη περίοδος (Early biomimicry) 17ος – 19ος αιώνας

Η **πρόοδος της φυσικής φιλοσοφίας** και της **επιστημονικής μεθόδου** συνέβαλε στη μετάβαση από την **άτυπη μίμηση προς τη συστηματική παρατήρηση και καταγραφή βιολογικών φαινομένων**. Οι πρώτες απόπειρες τεχνολογικής εφαρμογής βιολογικών αρχών άρχισαν να υλοποιούνται.

- Ο Leonardo da Vinci σχεδίασε ιπτάμενες μηχανές βασιζόμενος στην αεροδυναμική λειτουργία των πτηνών.
- Η ανακάλυψη του Velcro (1941) από τον George de Mestral, εμπνευσμένη από τις μικροαγκίδες των αγριοκολλιτσίδων (*Arctium spp.*) που προσκολλώνται σε τρίχες ζώων.

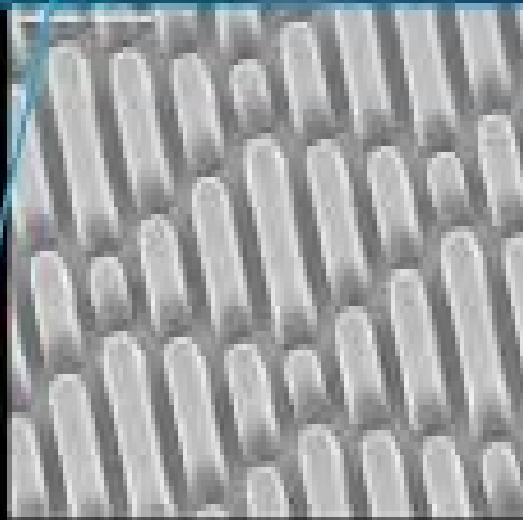
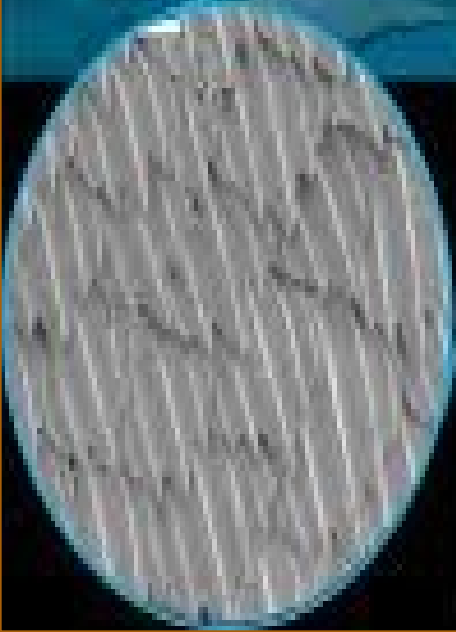


ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

3. Σύγχρονη Περίοδος (Modern Biomimicry) 20ός αιώνας – αρχές 21ου αιώνα

Κατά τη σύγχρονη περίοδο, η βιομιμητική εδραιώνεται **ως αναγνωρισμένο επιστημονικό πεδίο**, με την ίδρυση ερευνητικών κέντρων, τη χρήση προηγμένων τεχνολογιών, και την εφαρμογή σε ποικίλους τομείς, από τη μηχανολογία έως τη βιοϊατρική και την αρχιτεκτονική.

- Το τρένο Shinkansen στην Ιαπωνία, του οποίου η αεροδυναμική σχεδίαση βασίζεται στο ράμφος του αλκυόνα, μειώνοντας τον θόρυβο και την κατανάλωση ενέργειας.
- Τα Sharklet™ surfaces, επιφάνειες εμπνευσμένες από το δέρμα του καρχαρία, με αντιμικροβιακές ιδιότητες.
- Βιομιμητική στην αρχιτεκτονική: κτήρια που μιμούνται φυσικά συστήματα εξαερισμού, όπως το Eastgate Centre στη Ζιμπάμπουε, εμπνευσμένο από τερμιτοφωλιές.



ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

4. Εποχή της "Καμβριανής Έκρηξης" της καινοτομίας (Cambrian explosion era) 21ος αιώνας – σήμερα

Έντονη επιτάχυνση και πολλαπλασιασμός βιομημητικών εφαρμογών σε κλίμακα. **Συνδυασμός τεχνολογιών αιχμής:** νανοτεχνολογία, τεχνητή νοημοσύνη, ρομποτική, συνθετική βιολογία. **Βιομημητική** ως ολιστικό πλαίσιο σχεδιασμού με έμφαση στην **αειφορία και τη βελτιστοποίηση**.

- Lotusan®: υδροφοβική βαφή με ιδιότητες αυτοκαθαρισμού, εμπνευσμένη από τα φύλλα του νούφαρου.
- Ρομποτικά συστήματα βασισμένα στην κινησιολογία ζώων (π.χ. ρομπότ-σαύρες, ρομποτικά έντομα).

Θεμελιώδεις Αρχές του Βιομιμητισμού

Ο σύγχρονος βιομιμητισμός δεν περιορίζεται στη μηχανική αντιγραφή μορφών ή λειτουργιών της φύσης, αλλά βασίζεται σε τρία αλληλένδετα θεμέλια που καθορίζουν την ολιστική προσέγγισή του στην καινοτομία και τον σχεδιασμό.

- 1. Μίμηση (Emulation):** Η συστηματική παρατήρηση και μελέτη των μορφολογικών και λειτουργικών αρχών της φύσης, ώστε να καθοδηγηθεί η ανθρώπινη καινοτομία. Η μίμηση αφορά τη μεταφορά εξελικτικών λύσεων στη μηχανική, τη βιοτεχνολογία και τη σχεδίαση, με στόχο την ανάπτυξη αναγεννητικών και βιώσιμων εφαρμογών.
- 2. Ηθικό Πλαίσιο (Ethical Framework):** Η δέσμευση για εφαρμογή των μαθημάτων της φύσης με τρόπο που ευνοεί τη διατήρηση της ζωής. Περιλαμβάνει την αναγνώριση της ευθύνης για τη διατήρηση και προστασία των οικολογικών συστημάτων, διασφαλίζοντας ότι οι πρακτικές σχεδιασμού συμμορφώνονται με τις φυσικές ισορροπίες και τους νόμους της εξέλιξης.
- 3. (Επανα)Σύνδεση (Reconnection):** Η κατανόηση ότι ο άνθρωπος δεν είναι ανεξάρτητος από τη φύση, αλλά εντάσσεται σε ένα δυναμικό οικοσύστημα και αλληλεπιδρά με αυτό. Η ενθάρρυνση της παρατήρησης, της μελέτης και της επαφής με το φυσικό περιβάλλον αποτελεί καθοριστικό βήμα για την αποτελεσματικότερη προσαρμογή των βιολογικών στρατηγικών στη σύγχρονη τεχνολογία και αρχιτεκτονική.

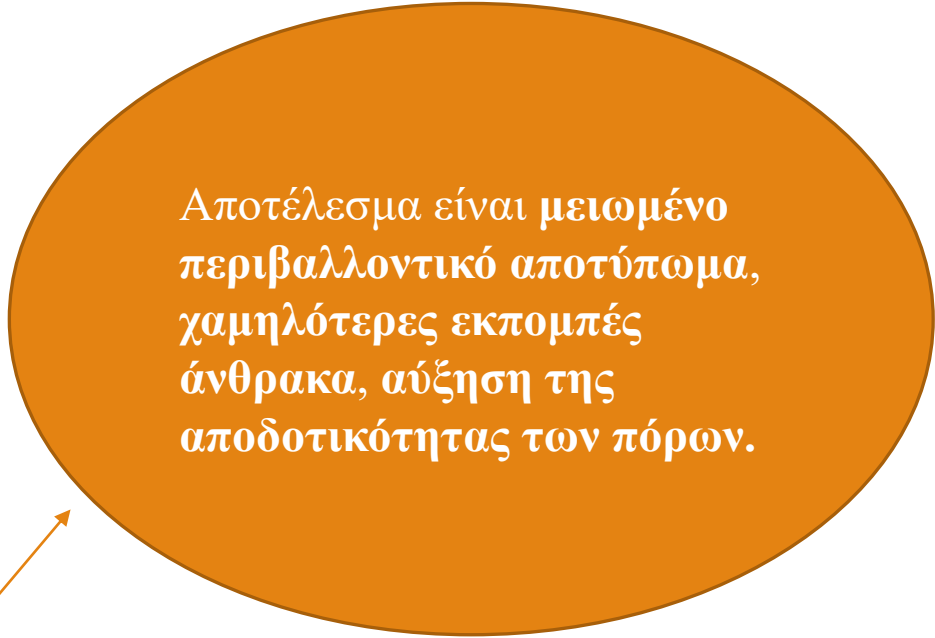
Ο βιομιμιτισμός, ως σύγχρονη επιστημονική και φιλοσοφική προσέγγιση, λειτουργεί ως διαμεσολαβητής ανάμεσα στη βιολογία και τη μηχανική καινοτομία, προτείνοντας ένα νέο υπόδειγμα σχεδιαστικής ηθικής.

Τα τρία θεμέλια Μίμηση, Ηθικό Πλαίσιο και Επανασύνδεση — καθιστούν τη βιομιμητική όχι απλώς εργαλείο τεχνολογικής προόδου, **αλλά όραμα για έναν πιο αρμονικό και αειφόρο κόσμο.**

Ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά της βιομιμητικής είναι η εστίαση στη **βιωσιμότητα**.

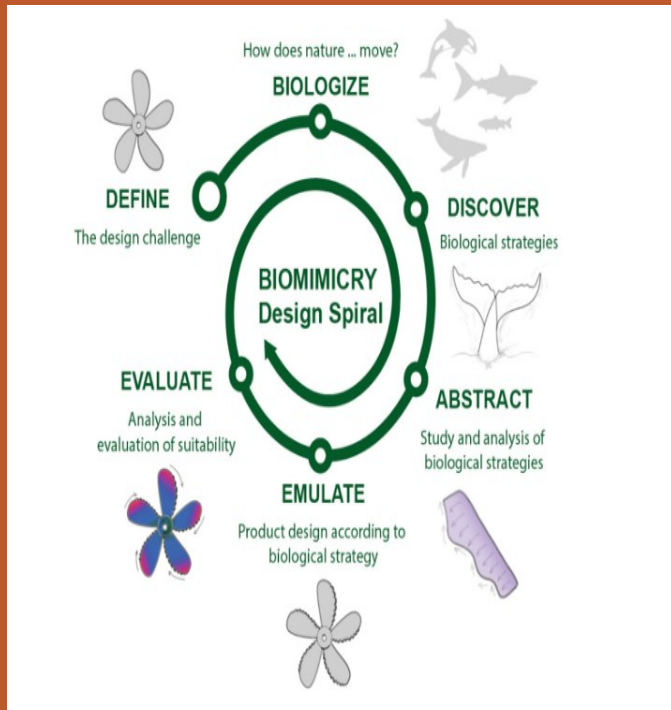
Οι βιοτεχνολογικές καινοτομίες, όπως

- τα βιολογικά υλικά,
- τα βιομιμητικά σχέδια και
- οι τεχνικές βιοκατασκευής, διευκολύνουν την απεξάρτηση από παραδοσιακά, ενεργοβόρα υλικά.



Αποτέλεσμα είναι **μειωμένο περιβαλλοντικό αποτύπωμα, χαμηλότερες εκπομπές άνθρακα, αύξηση της αποδοτικότητας των πόρων.**

Γραμμική σε κυκλική προσέγγιση



Η βιομιμητική ενθαρρύνει τη **μετάβαση από γραμμική σε κυκλική προσέγγιση στο σχεδιασμό**.

Η φύση λειτουργεί κυκλικά – τα απόβλητα ενός οργανισμού γίνονται πόροι για έναν άλλο.

Μπορούν να αξιοποιηθούν ανανεώσιμα υλικά, να λειτουργήσει η ανακύκλωση, να σχεδιαστεί με βάση την κυκλική οικονομία και να επαναχρησιμοποιηθούν πόροι με άμεσο αποτέλεσμα τη μείωση της σπατάλης.

Η βιοτεχνολογία επιτρέπει την ανάπτυξη υλικών με μοναδικές λειτουργικές ιδιότητες, όπως την αυτοϊαση, τη βιοαποικοδομηση, τη θερμική ρύθμιση και την ικανότητα απορρόφησης ρύπων.

BIOMIMΗΤΙΚΑ ΝΑΝΟΥΛΙΚΑ: ΕΜΠΝΕΥΣΗ ΑΠΟ ΤΗ ΦΥΣΗ ΓΙΑ ΠΡΟΗΓΜΕΝΑ ΥΛΙΚΑ

Τα βιομιμητικά νανοϋλικά είναι υλικά νανοκλίμακας που σχεδιάζονται και συντίθενται με βάση τη μίμηση των δομών, λειτουργιών και διεργασιών που παρατηρούνται στη φύση.

Στόχος η δημιουργία προηγμένων υλικών που εμφανίζουν ενισχυμένες ιδιότητες σε σύγκριση με τα φυσικά ανάλογά τους

Ορισμένοι βασικοί μηχανισμοί που διέπουν τα βιομιμητικά νανοϋλικά περιλαμβάνουν:

- Μοριακή αναγνώριση (molecular recognition)
- Ιεραρχική οργάνωση δομών (hierarchical structuring)
- Προσαρμοστικές λειτουργικότητες (adaptive functionalities)

ΒΙΟΜΙΜΗΤΙΚΑ ΝΑΝΟΥΛΙΚΑ: ΕΜΠΝΕΥΣΗ ΑΠΟ ΤΗ ΦΥΣΗ ΓΙΑ ΠΡΟΗΓΜΕΝΑ ΥΛΙΚΑ

Οι εφαρμογές των βιομιμητικών νανοϋλικών είναι ευρείες και μετασχηματιστικές καλύπτοντας τομείς όπως:

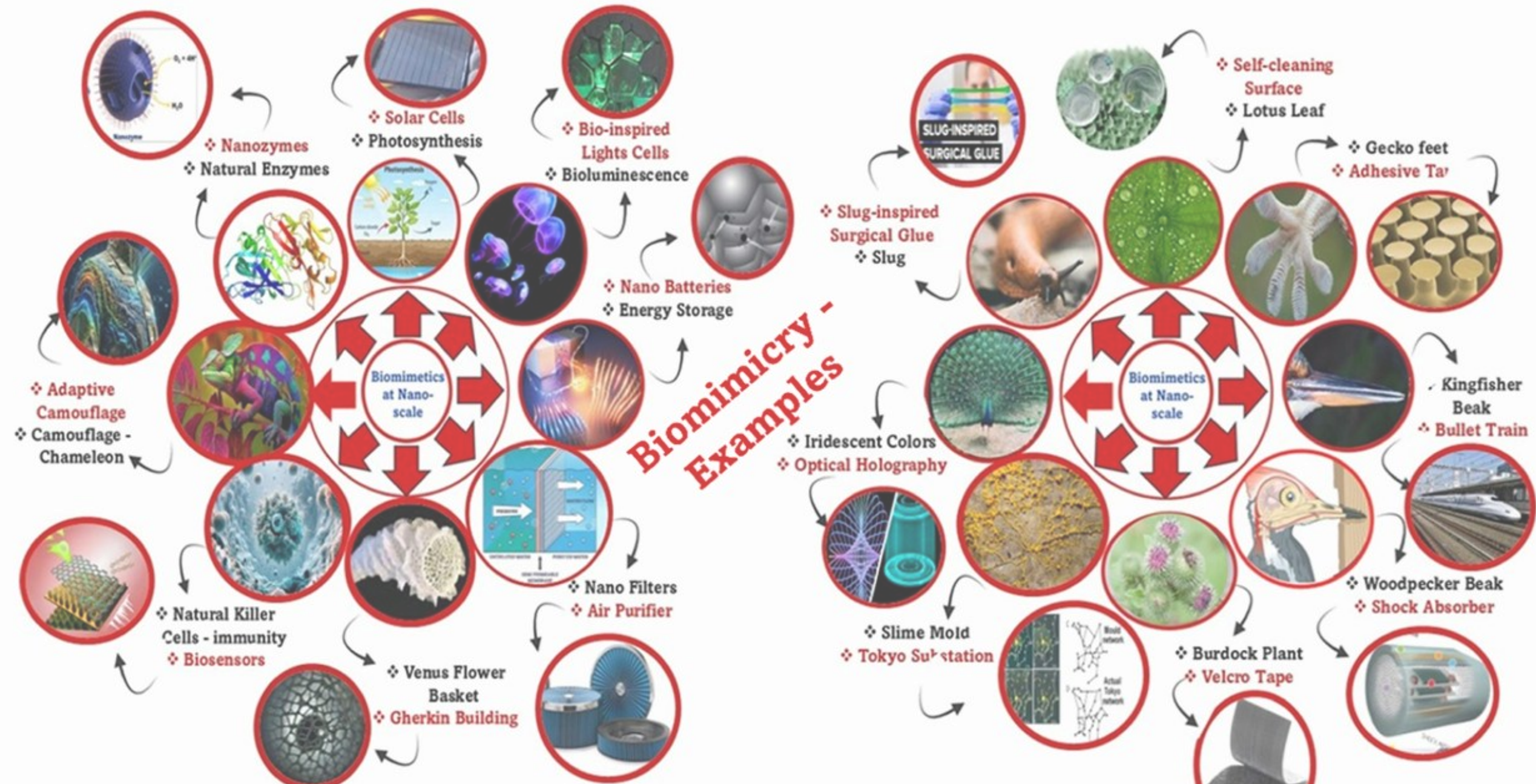
Ιατρική (π.χ. στοχευμένη φαρμακευτική αγωγή),

Ενέργεια (π.χ. φωτοκαταλυτικά υλικά),

Περιβαλλοντική αποκατάσταση (remediation) απορρύπανσης εδαφών και υδάτων με τη χρήση νανοδομημένων υλικών φιλικών προς το περιβάλλον,

Βιομηχανική παραγωγή ανάπτυξη ελαφρών, ανθεκτικών και ενεργειακά αποδοτικών προϊόντων,

Τεχνολογίες βιωσιμότητας.



Η βιομιμητική εφαρμογή μπορεί να κατανεμηθεί σε επιμέρους κατηγορίες, ανάλογα με το είδος της έμπνευσης που αντλείται από τη φύση. Κάθε κατηγορία εστιάζει σε διαφορετικές πτυχές της φυσικής λειτουργίας, δομής ή συμπεριφοράς των οργανισμών και των οικοσυστημάτων.

Δομική Βιομιμητική (Structural Biomimicry):

Αναφέρεται στην αξιοποίηση φυσικών μορφών και δομών ως πρότυπα σχεδιασμού.

Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν το φύλλο του λωτού, το οποίο οδήγησε στην ανάπτυξη αυτοκαθαριζόμενων επιφανειών μέσω της αναπαραγωγής της μικροδομής του, καθώς και ο σκελετός του θαλάσσιου σπόγγου Venus flower basket, που ενέπνευσε την αρχιτεκτονική σχεδίαση του κτιρίου Gherkin στο Λονδίνο.

Η βιομιμητική εφαρμογή μπορεί να κατανεμηθεί σε επιμέρους κατηγορίες, ανάλογα με το είδος της έμπνευσης που αντλείται από τη φύση. Κάθε κατηγορία εστιάζει σε διαφορετικές πτυχές της φυσικής λειτουργίας, δομής ή συμπεριφοράς των οργανισμών και των οικοσυστημάτων.

Λειτουργική βιομιμητική (Functional Biomimicry):

Περιλαμβάνει τη μίμηση φυσικών διεργασιών και μηχανισμών. Η φωτοσυνθετική διαδικασία αποτελεί πρότυπο για την ανάπτυξη φωτοβολταϊκών κυττάρων, ενώ η βιοφωταύγεια χρησιμοποιείται ως πηγή έμπνευσης για την κατασκευή φωτεινών κυψελών βασισμένων σε βιολογικά πρότυπα.

Η βιομιμητική εφαρμογή μπορεί να κατανεμηθεί σε επιμέρους κατηγορίες, ανάλογα με το είδος της έμπνευσης που αντλείται από τη φύση. Κάθε κατηγορία εστιάζει σε διαφορετικές πτυχές της φυσικής λειτουργίας, δομής ή συμπεριφοράς των οργανισμών και των οικοσυστημάτων.

Υλική βιομιμητική (Material Biomimicry):

Ασχολείται με την ανάπτυξη νέων υλικών εμπνευσμένων από τη φύση. Ένα κλασικό παράδειγμα είναι ο καρπός του κολλιτσίδα (burdock), που αποτέλεσε το μοντέλο για την εφεύρεση του Velcro. Παράλληλα, το ράμφος του δρυοκολάπτη, με τις εξαιρετικές του ιδιότητες απορρόφησης κραδασμών, ενέπνευσε την κατασκευή αποτελεσματικών αμορτισέρ.

Η βιομιμητική εφαρμογή μπορεί να κατανεμηθεί σε επιμέρους κατηγορίες, ανάλογα με το είδος της έμπνευσης που αντλείται από τη φύση. Κάθε κατηγορία εστιάζει σε διαφορετικές πτυχές της φυσικής λειτουργίας, δομής ή συμπεριφοράς των οργανισμών και των οικοσυστημάτων.

Συμπεριφορική βιομιμητική (Behavioural Biomimicry):

Εστιάζει στη **μίμηση συμπεριφορών** που παρατηρούνται σε φυσικά συστήματα. Ενδεικτικό παράδειγμα αποτελεί το μοτίβο κίνησης του πλασμοδιακού μύκητα (*Physarum polycephalum*), το οποίο αξιοποιήθηκε στον σχεδιασμό του δικτύου μεταφορών και υποσταθμών της πόλης του Τόκιο. Ο συγκεκριμένος οργανισμός κινείται και αναπτύσσεται με βάση ενεργειακή απόδοση, αποφεύγοντας εμπόδια και μεγιστοποιώντας την πρόσβαση σε πόρους.

Η βιομιμητική εφαρμογή μπορεί να κατανεμηθεί σε επιμέρους κατηγορίες, ανάλογα με το είδος της έμπνευσης που αντλείται από τη φύση. Κάθε κατηγορία εστιάζει σε διαφορετικές πτυχές της φυσικής λειτουργίας, δομής ή συμπεριφοράς των οργανισμών και των οικοσυστημάτων.

Περιβαλλοντική βιομιμητική (Environmental Biomimicry):

Αντλεί έμπνευση από τη λειτουργία των οικοσυστημάτων για την ανάπτυξη λύσεων προσανατολισμένων στη **βιωσιμότητα**. Για παράδειγμα, η **καμουφλάζ** ικανότητα ορισμένων οργανισμών εφαρμόζεται στον σχεδιασμό στρατιωτικών στολών που προσαρμόζονται στο περιβάλλον.

Η βιομιμητική εφαρμογή μπορεί να κατανεμηθεί σε επιμέρους κατηγορίες, ανάλογα με το είδος της έμπνευσης που αντλείται από τη φύση. Κάθε κατηγορία εστιάζει σε διαφορετικές πτυχές της φυσικής λειτουργίας, δομής ή συμπεριφοράς των οργανισμών και των οικοσυστημάτων.

Ενεργειακή βιομιμητική (Energy Biomimicry):

Εμπνέεται από τους φυσικούς μηχανισμούς παραγωγής και διαχείρισης ενέργειας. Η φωτοσυνθετική διαδικασία αποτελεί βασικό πρότυπο για την ανάπτυξη τεχνητών ηλιακών συστημάτων που στοχεύουν σε μεγαλύτερη απόδοση και βιωσιμότητα.

Αποκεντρωμένη Ευφυΐα

Όλα αυτά τα χαρακτηριστικά επιτρέπουν στα σμήνη να προσαρμόζονται, να αναδιοργανώνονται και να λειτουργούν ως μία ενιαία μονάδα

Η σύζευξη βιολογίας και τεχνολογίας προσφέρει λύσεις που είναι λειτουργικές, αποδοτικές και περιβαλλοντικά βιώσιμες. Παράδειγμα αποτελεί η σύγκριση της "συμπεριφοράς σμήνους" στη φύση (σε μυρμήγκια και μέλισσες) με αυτήν των σμηνών νανορομπότ στη νανοτεχνολογία, τονίζοντας την έννοια της **αποκεντρωμένης ευφυΐας** (swarm intelligence).

Φυσικά Σμήνη (Μυρμήγκια ή Μέλισσες)

Αυτά τα κοινωνικά έντομα λειτουργούν συλλογικά και επιλύουν πολύπλοκα προβλήματα μέσω τοπικών αλληλεπιδράσεων και αποκεντρωμένης επικοινωνίας, χωρίς κεντρικό έλεγχο:

- Αποκεντρωμένη επικοινωνία (με φερομόνες, δονήσεις κ.ά.)
- Κατανομή εργασιών (συλλογή τροφής, χτίσιμο φωλιάς, άμυνα)
- Συλλογική νοημοσύνη – με αυτοοργάνωση και προσαρμοστικότητα
- Αποδοτική συλλογή πόρων
- Ανταπόκριση σε αλλαγές του περιβάλλοντος

Comparison of 'swarm behaviour' in nature vs nanorobotics

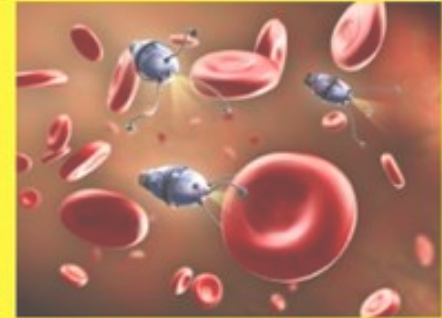
Natural Swarms (Ants or Bees)

- Decentralized communication (pheromones, vibrations, etc.)
- Task allocation (foraging, nest building, defence)
- Collective intelligence (self-organization, adaptability)
- Efficient resource gathering
- Swarm response to environmental changes



Nanorobotic Swarms

- Real-time adaptability to external stimuli
- Wireless or chemical communication
- Distributed decision-making (AI, sensors)
- Environmental sensing & monitoring (pollution detection, micro-repair)
- Medical applications (cancer treatment, targeted drug delivery)



. Swarm-intelligence mimicry. The behaviour of nanorobotic swarms in applications like wireless communication draws inspiration from the behaviour of social organisms like bees, ants, and birds in solving complex problems by a decentralized decision-making strategy. This concept is further improved by mimicking the efficient and adaptive behaviour of these organisms in a controlled environment.

Αποκεντρωμένη Ευφυΐα

Η συμπεριφορά σμήνους αποτελεί ένα από τα πιο εντυπωσιακά παραδείγματα βιομιμητικής, όπου οι φυσικοί μηχανισμοί συνεργασίας και απόκρισης αξιοποιούνται για να σχεδιαστούν εξαιρετικά αποδοτικά, ευέλικτα και προσαρμοστικά νανοσυστήματα.

Σμήνη Νανορομπότ

Εμπνευσμένα από τη φύση, σμήνη νανορομπότ σχεδιάζονται να λειτουργούν με παρόμοιο τρόπο:

- Άμεση προσαρμογή σε εξωτερικά ερεθίσματα (real-time adaptability)
- Ασύρματη ή χημική επικοινωνία
- Αποκεντρωμένη λήψη αποφάσεων μέσω τεχνητής νοημοσύνης & αισθητήρων
- Περιβαλλοντική παρακολούθηση (ρύπανση, επιδιορθώσεις)
- Ιατρικές εφαρμογές: θεραπεία καρκίνου, στοχευμένη χορήγηση φαρμάκων Χρησιμοποιούνται για ακριβείς και συλλογικές λειτουργίες σε μικροσκοπική κλίμακα, όπως:
 - Ανίχνευση καρκινικών κυττάρων
 - Στοχευμένη μεταφορά φαρμάκων
 - Αντιμετώπιση ρύπανσης ή επιδιόρθωση υλικών μέσα στο σώμα

ΣΥΓΧΡΟΝΑ ΕΜΠΟΔΙΑ ΚΑΙ ΔΥΝΑΜΙΚΕΣ ΕΞΕΛΙΞΗΣ ΤΗΣ ΒΙΟΜΙΜΗΤΙΚΗΣ

- Συνεχή έρευνα,
- Βελτιστοποίηση μεθόδων σύνθεσης,
- Αξιόπιστες τεχνικές και
- Κατανόηση των βιολογικών κινδύνων.
- Ανάγκη για Διεπιστημονική Συνεργασία

Η στενή συνεργασία μεταξύ επιστημόνων υλικών, βιολόγων, κανονιστικών αρχών, βιομηχανικών φορέων, είναι κρίσιμη για:

Τη μετάφραση των εργαστηριακών επιτευγμάτων σε πρακτικές εφαρμογές,

Την υπέρβαση τεχνικών, ρυθμιστικών και παραγωγικών περιορισμών

ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ & ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ

- Τεχνική Πολυπλοκότητα
- Η ενσωμάτωση βιολογικών συστημάτων σε δομικές εφαρμογές απαιτεί ειδικές γνώσεις.
- Κόστος παραγωγής
- Ανάπτυξη και παραγωγή «ζωντανών» υλικών είναι πιο ακριβή από τις παραδοσιακές μεθόδους .
- Κανονισμοί & Νομοθεσία
- Δεν υπάρχουν ακόμη καθιερωμένα πρότυπα για "ζωντανά" κτίρια και βιο-υλικά.
- Υποδοχή από την Κοινωνία
- Οι χρήστες και οι δημόσιες αρχές ενδέχεται να μην αποδεχθούν εύκολα κτίρια με ζωντανά ή βιολογικά στοιχεία.

ΣΑΣ ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ ΓΙΑ ΤΟ ΧΡΟΝΟ ΣΑΣ



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Aguilar Planet, T., & Peralta, E. (2024). Innovation inspired by nature: Applications of biomimicry in engineering design. *Biomimetics*, 9(9), 523. <https://doi.org/10.3390/biomimetics9090523>

Enobong, I., & Okpon, E. U. (n.d.). Exploring the fusion of architecture and biotechnology. Retrieved from ResearchGate: <https://www.researchgate.net/publication/383660748>

Jiang, M., Deng, W., & Lin, H. (2024). Sustainability through biomimicry: A comprehensive review of bionic design applications. *Biomimetics*, 9(9), 507. <https://doi.org/10.3390/biomimetics9090507>

Mundekkad, D., & Mallya, A. R. (2025). Biomimicry at the nanoscale – A review of nanomaterials inspired by nature. *Nano Trends*, 10, 100119. <https://doi.org/10.1016/j.nwnano.2025.100119>

The Biomimicry Institute. (n.d.). What is biomimicry. <https://biomimicry.org/inspiration/what-is-biomimicry/>

Vincent, J. F. V., & Mann, D. L. (2002). Systematic technology transfer from biology to engineering. *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, 360(1791), 159–174. <https://doi.org/10.1098/rsta.2001.0923>

Zhang, T., Ding, C., Wang, D., Ma, T., Li, X., Li, Z., Zhang, J., & Zhu, X. (2025). A centipede-inspired robot with passive terrain adaptation: Optimized design and performance analysis. *Scientific Reports*, 15(1), Article 16823. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-97854-7>