



Co-funded by
the European Union

Βιομιμητισμός: καινοτομία και σχεδιασμός εμπνευσμένος από Φύση



BIOS4YOU
AR 2.0

BIO-INSPIRED STEM TOPICS FOR ENGAGING YOUNG GENERATIONS
THANKS TO THE USE OF AUGMENTED REALITY

Project Number: KA220-BW-23-30-126516

"Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them."



CEIPES Eduact



ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

· Εισαγωγή.....	2
· Εξερεύνηση Ενότητας: Το θεωρητικό πλαίσιο της βιομίμησης.....	3
· Πώς μπορούμε να εφαρμόσουμε τη βιολογική γνώση;.....	7
· Ποια είναι η μέθοδος στον βιο-εμπνευσμένο σχεδιασμό;.....	8
· Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR) στην Εκπαίδευση της Βιομιμητικής.....	9
· Εκτέλεση Ενότητας: Διαδικασία Σχεδιασμού Εμπνευσμένη από τη Βιοεπιστήμη με Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR).....	12
· Πρακτική Βιομιμητικού Σχεδιασμού Ενισχυμένη με Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR).....	12
· Ενότητα Βελτίωσης (Παραδείγματα Έργων με Χρήση Εργαλείων Επαυξημένης Πραγματικότητας (AR) για την Εκπαίδευση στη Βιομιμητισμό)	16
· Συμπέρασμα... ..	28
· Αναφορά.....	29





Γενικό θέμα της μαθησιακής διαδρομής	Βιομηχανισμός: καινοτομία και σχεδιασμός εμπνευσμένοι από τη Φύση
Συγκεκριμένη ονομασία της μαθησιακής μονάδας	Βιο-Σχεδιασμός και Καινοτομία
Ηλικία χρήστη-στόχου	14-18 ετών
Προαπαιτούμενα για τον μαθητή	Βασικές γνώσεις Χημείας, Βιολογίας, Φυσικής
Περιγραφή της μαθησιακής μονάδας	Αυτή η ενότητα θα καθοδηγήσει εκπαιδευτικούς και μαθητές σχετικά με το πώς μπορούν να χρησιμοποιήσουν τη φύση σε μια διεπιστημονική μαθησιακή πορεία. Τα εργαλεία AR ενισχύουν την οπτικοποίηση και την εμπλοκή.
Εμπλεκόμενο θέμα	Φυσική, Χημεία, Βιολογία, Μαθηματικά
Λέξεις-κλειδιά	Βιολογία, Βιο-εμπνευσμένο, Βιομηχανισμός, Βιο-σχεδιασμός, Καινοτομία, Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR), Οπτικοποίηση, Διαδραστική Μάθηση
Βασικές δεξιότητες, ικανότητες, γνώσεις που μπορούν να αποκτηθούν	Εξερευνήστε τη φύση και την ικανότητά της να εμπνέει βιώσιμες βελτιώσεις στο περιβάλλον μας, επίλυση προβλημάτων, καινοτόμο σχεδιασμό, δεξιότητες δημιουργίας πρωτοτύπων με βάση την επαυξημένη Πραγματικότητα (AR).
Πόροι και διδακτικά εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν	Ερευνητικές εργασίες, βιβλία, επιστημονικές βάσεις δεδομένων, αποτελέσματα διαδικτυακών σεμιναρίων, διαδικτυακοί πόροι, εργαλεία επαυξημένης πραγματικότητας (π.χ. JigSpace, Assemblr EDU, Merge Cube, CoSpaces Edu).
Κριτήρια αξιολόγησης και αξιολόγηση	Με βάση τις γνώσεις, τις ικανότητες και τις δεξιότητες που αποκτήθηκαν κατά τη διάρκεια του μαθήματος, συμπεριλαμβανομένων αξιολογήσεων που βασίζονται στην επαυξημένη πραγματικότητα (AR), όπως προσομοιώσεις, δημιουργία πρωτοτύπων και ανατροφοδότηση.

Εισαγωγή





Ο βιο-εμπνευσμένος σχεδιασμός είναι ένας σχετικά νέος όρος. Πιο διαδεδομένοι όροι είναι η βιομιμητική και η βιομημητική. Ο βιο-εμπνευσμένος σχεδιασμός έχει χρησιμοποιηθεί για την ανάπτυξη καινοτόμων τεχνικών λύσεων σχεδόν σε κάθε τομέα της μηχανικής. Όταν η ιδέα της συστηματικής ανάλυσης βιολογικών συστημάτων εμφανίστηκε στα μέσα του 20ού αιώνα ως βιονική, η κύρια εστίαση ήταν στα συστήματα ελέγχου και επικοινωνίας (Keto 1960). Ο Keto (1960) πρότεινε την εφαρμογή του βιο-εμπνευσμένου ελέγχου και επικοινωνίας στην ηλεκτρονική, την αεροναυπηγική και την πλοήγηση. Ωστόσο, τα ιστορικά παραδείγματα βιο-εμπνευσμένου σχεδιασμού περιλαμβάνουν ήδη περαιτέρω τομείς εφαρμογής. Για παράδειγμα, η αεροδυναμική των βιολογικών συστημάτων θεωρούνταν συχνά ως μοντέλα για την εννοιολογική σύλληψη αλεξιπτωτων ή πρώιμων ιπτάμενων μηχανών (Nachtigall και Wissler 2015, σ.6). Σύγχρονα παραδείγματα βιο-εμπνευσμένου σχεδιασμού εφαρμόζονται σε τεχνικούς τομείς όπως η μηχανολογία, η αρχιτεκτονική, ο βιομηχανικός σχεδιασμός, η μηχανική λογισμικού, η ρομποτική, η ιατρική τεχνολογία κ.ο.κ.

Η ενσωμάτωση της επαυξημένης πραγματικότητας (AR) φέρνει επανάσταση σε αυτή τη διαδικασία, επιτρέποντας στους μαθητές να αλληλεπιδρούν με βιολογικά συστήματα σε καθηλωτικά τρισδιάστατα περιβάλλοντα. Οι μαθητές μπορούν να οπτικοποιήσουν βιομιμητικές διεργασίες, να προσομοιώσουν εφαρμογές του πραγματικού κόσμου και να συνεργαστούν σε καινοτόμα έργα χρησιμοποιώντας εργαλεία AR. Αυτός ο συνδυασμός τεχνολογίας και φύσης ενισχύει την κατανόηση, τη δημιουργικότητα και την επίλυση προβλημάτων στην εκπαίδευση STEM.

Παρά το υψηλό δυναμικό καινοτομίας, η εφαρμογή του βιο-εμπνευσμένου σχεδιασμού παρουσιάζει προκλήσεις. Σημαντικές προκλήσεις είναι τα πειθαρχικά εμπόδια, δηλαδή οι στόχοι, οι προσεγγίσεις εργασίας και το γεγονός ότι η γλώσσα της βιολογίας και της ανάπτυξης τεχνικών προϊόντων είναι θεμελιωδώς διαφορετικές. Η βιολογία είναι μια φυσική επιστήμη· στοχεύει στην κατανόηση των ζωντανών συστημάτων. Η ανάπτυξη τεχνικών προϊόντων, ή ο μηχανικός σχεδιασμός, στοχεύει στην ανάπτυξη τεχνικών συστημάτων. Η διαφορά μεταξύ του βιολογικού στόχου της κατανόησης και του τεχνικού στόχου της ανάπτυξης αντικατοπτρίζει τις διαφορετικές προσεγγίσεις εργασίας των βιολόγων και των μηχανικών. Αυτή η σύγκρουση συχνά προκαλεί προβλήματα στον βιο-εμπνευσμένο σχεδιασμό.

10 εκπληκτικές πτυχές του σχεδιασμού εμπνευσμένου από τη βιολογία	Προσδιορισμός
Αφθονία Βιολογικών Λύσεων	Προσφέρει μια τεράστια γκάμα πιθανών λύσεων σε τεχνικά προβλήματα. Ψηφιακές βάσεις δεδομένων για πρόσβαση σε αρκετές χιλιάδες βιολογικές εμπνεύσεις.
Βελτιστοποίηση	ένα βιολογικό σύστημα βελτιστοποιείται, βελτιστοποιείται επίσης και ο σχεδιασμός που βασίζεται στη βιοτεχνολογία.
Συνεργικά Αποτελέσματα και Διεπιστημονική	Η τεχνική βιολογία αποτελεί προϋπόθεση για τον βιο-εμπνευσμένο σχεδιασμό
Ενσωμάτωση Υλικού, Σχήματος και Λειτουργίας	Η μορφή ακολουθεί τη λειτουργία: Τα βιολογικά συστήματα συχνά υλοποιούν λειτουργίες σε πολλαπλές κλίμακες χρησιμοποιώντας τόσο τις ιδιότητες των σύνθετων υλικών όσο και



		και σχήματα.
Ανακάλυψη Πέρα από Αυτό που είναι Ανθρώπινο		Πολλές βιολογικές λύσεις με υψηλό δυναμικό για τεχνική εφαρμογή
Ευελιξία σχεδιασμού εμπνευσμένου από τη βιολογία		Ευέλικτη προσέγγιση σχεδιασμού Ευρύ φάσμα εφαρμογών Διαφορετικές μέθοδοι σχεδιασμού
Βιωσιμότητα (ή όχι;)		Φιλικό προς το περιβάλλον
Βιοποικιλότητα		Ο σχεδιασμός εμπνευσμένος από τη βιολογία μπορεί να έχει θετικός κοινωνικός αντίκτυπος
Βιολογικοποίηση		Οι παραδοσιακές φυσικές επιστήμες, εκτός από τους τεχνικούς και μηχανικούς κλάδους, αντιμετωπίζουν μερικές από τις μεγαλύτερες προκλήσεις: την κατανάλωση ενέργειας και μια βιώσιμη οικονομία.
Πολυλειτουργικότητα Συστημάτων	Βιολογικών	Τα βιολογικά συστήματα πρέπει να εκπληρώνουν πολλαπλές λειτουργίες χρησιμοποιώντας περιορισμένους πόρους

Table 1. 10 Amazing Aspects of Bio-inspired Design, (Hashemi Farzaneh,2019)

Το θεωρητικό πλαίσιο της Βιομιμητικής:

• Αρχές Βιομιμητικής

Οι αρχές της βιομιμητικής επικεντρώνονται αποκλειστικά στα χαρακτηριστικά της φύσης, υπονοώντας έτσι ότι οι άνθρωποι έχουν πολλά να μάθουν από τα δισεκατομμύρια χρόνια εξελικτικής εμπειρίας του φυσικού κόσμου.

- α- Η φύση χρησιμοποιεί μόνο την ενέργεια που χρειάζεται
 - β- Η φύση προσαρμόζει τη μορφή στη λειτουργία
 - γ- Η φύση ανακυκλώνει τα πάντα
 - δ- Η φύση βασίζεται στην ποικιλομορφία
- Το e-Nature απαιτεί τοπική εμπειρογνωμοσύνη.



• Δραστηριότητες Βιογραφικού Σχεδιασμού:

Οι μέθοδοι σχεδιασμού εμπνευσμένες από τη βιολογία υποστηρίζουν διαφορετικές δραστηριότητες:

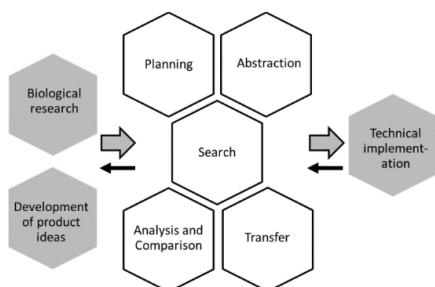
- Σχεδίαση
- Αφαίρεση
- Ερευνα
- Ανάλυση και Σύγκριση
- Μεταφορά



Ο σχεδιασμός ενός βιο-εμπνευσμένου έργου σχεδιασμού και άλλων τεχνικών έργων ανάπτυξης προϊόντων ή ο σχεδιασμός βιολογικών ερευνητικών έργων διαφέρουν μεταξύ τους. Η διεπιστημονική φύση του βιο-εμπνευσμένου σχεδιασμού αποτελεί πρόκληση για τη διαδικασία σχεδιασμού και μπορεί να υπάρχουν διαφορετικά σημεία εκκίνησης για το έργο. Επιπλέον, εάν οι βιολόγοι και οι μηχανικοί συνεργάζονται, πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η ενσωμάτωση της εργασίας τους. Επίσης, η αφαίρεση είναι ένα ουσιαστικό μέρος του βιο-εμπνευσμένου σχεδιασμού. Στην πραγματικότητα, οι σχεδιαστές πρέπει να διεξάγουν αφαίρεση ξανά και ξανά σε όλο ένα βιο-εμπνευσμένο έργο σχεδιασμού: πρέπει να κάνουν αφαίρεση μιας τεχνικής εργασίας ή να επιτρέψουν την αναζήτηση βιολογικής έμπνευσης. Πρέπει να κάνουν αφαίρεση τεχνικών και βιολογικών συστημάτων για να τα κάνουν συγκρίσιμα. Πρέπει να κάνουν ξανά αφαίρεση για να διατυπώσουν αναλογίες για μεταφορά... και ούτω καθεξής. Η αναζήτηση, και συγκεκριμένα η αναζήτηση βιολογικής έμπνευσης, αντιμετωπίζεται με πολυάριθμες μεθόδους για βιο-εμπνευσμένο σχεδιασμό. Είναι μια βασική δραστηριότητα όταν ένα βιο-εμπνευσμένο έργο σχεδιασμού ξεκινά από μια καθαρά τεχνική άποψη (τεχνική εργασία, αναζήτηση βιολογικής έμπνευσης) ή από μια αυστηρά βιολογική άποψη (ενδιαφέρουσα βιολογική λύση, αναζήτηση τεχνικής εφαρμογής).

Οι σχεδιαστές πρέπει να αναλύουν και να συγκρίνουν προσεκτικά τόσο τα τεχνικά όσο και τα βιολογικά συστήματα για να εφαρμόσουν με επιτυχία τον βιο-εμπνευσμένο σχεδιασμό. Υπάρχουν πολλά παραδείγματα όπου τα βιο-εμπνευσμένα σχέδια απέτυχαν στο στάδιο του πρωτοτύπου επειδή η βιολογική λύση δεν μπορούσε να εφαρμοστεί σε ένα τεχνικό περιβάλλον. Ένα παράδειγμα είναι η προσπάθεια ενός φοιτητικού έργου να μιμηθεί την κίνηση των μαστιγίων των βακτηρίων σε πολύ μεγαλύτερη κλίμακα. Λόγω των διαφορετικών επιρροών των δυνάμεων των ρευστών, η περιστροφική κίνηση των μαστιγίων δεν μπορούσε να μετακινήσει αποτελεσματικά τα υγρά. Τέλος, η μεταφορά βιο-εμπνευσμένων αναλογιών είναι η βασική δραστηριότητα του βιο-εμπνευσμένου σχεδιασμού. Όλα τα βιο-εμπνευσμένα έργα σχεδιασμού στοχεύουν στη μεταφορά περισσότερο ή λιγότερο αφηρημένων αναλογιών για την ανάπτυξη μιας τεχνικής λύσης.

Ωστόσο, τα έργα σχεδιασμού εμπνευσμένα από τη βιοτεχνολογία περιλαμβάνουν, φυσικά, πολλές άλλες δραστηριότητες. Ωστόσο, αυτές οι δραστηριότητες δεν αφορούν αποκλειστικά τον σχεδιασμό εμπνευσμένο από τη βιοτεχνολογία, καθώς υπάρχουν και σε άλλα έργα ανάπτυξης τεχνικών προϊόντων ή σε έργα βιολογικής έρευνας.



Σχήμα 1. Σχεδιασμός εμπνευσμένος από τη βιολογία: συγκεκριμένες και άλλες δραστηριότητες, (Hashemi Farzaneh, 2019)



- **Προσεγγίσεις Σχεδιασμού Εμπνευσμένες από τη Βιολογία**

Παρόλο που η πλειονότητα των έργων και των μαθημάτων σχεδιασμού εμπνευσμένων από τη βιολογία επικεντρώνεται στην προσέγγιση έλξης τεχνολογίας, ορισμένοι ερευνητές ισχυρίζονται ότι η προσέγγιση ώθησης της βιολογίας είναι πιο καινοτόμος. Στην περίπτωση μιας προσέγγισης έλξης τεχνολογίας, οι σχεδιαστές ξεκινούν με μια τεχνική εργασία. Αυτό συνεπάγεται ένα προκαθορισμένο σύνολο απαιτήσεων και επιθυμητών λειτουργιών. Εμμένουν σε αυτές τις οριακές συνθήκες, αλλά είναι σχετικά ελεύθεροι να εξετάσουν διαφορετικά βιολογικά συστήματα. Επομένως, μπορούν να είναι πιο ανοιχτοί στη μεταφορά αρκετών αναλογιών από διαφορετικά βιολογικά συστήματα. Εάν υιοθετηθεί μια προσέγγιση ώθησης της βιολογίας, οι σχεδιαστές ξεκινούν με ένα προκαθορισμένο βιολογικό σύστημα. Μπορεί να αναλύσουν αυτό το σύστημα λεπτομερώς και είναι πιο πιθανό να περιορίσουν την ανάλυσή τους σε αυτό το σύστημα αντί να αναζητήσουν άλλα βιολογικά συστήματα. Ωστόσο, είναι πιθανώς πιο ανοιχτοί στην αναζήτηση πολλαπλών τεχνικών εφαρμογών. Επιπλέον, τα πολυλειτουργικά βιολογικά συστήματα μπορούν να εμπνεύσουν πολυλειτουργικά τεχνικά συστήματα.

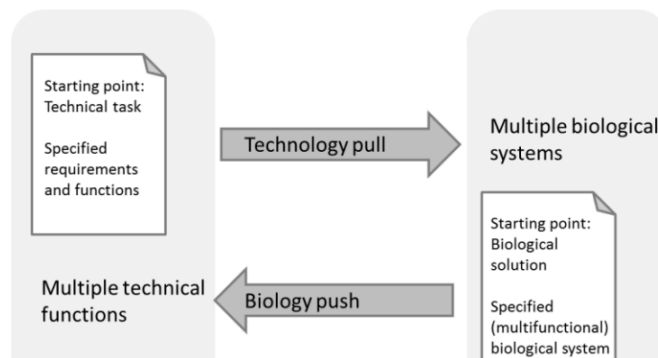


Figure 2. Bio-inspired design approaches: technology pull and biology push, (Hashemi Farzane,2019)

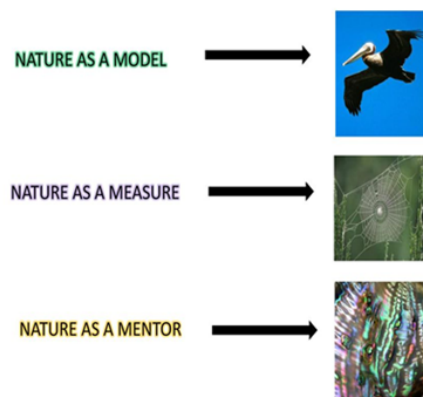
- **Επίπεδα Βιομιμητισμού**

Υπάρχουν τρία επίπεδα βιομιμητικής που πρέπει να εφαρμόζονται και σε προβλήματα σχεδιασμού. Από τις βιομιμητικές τεχνολογίες και τεχνικές, είναι προφανές και καλά παρατηρημένο ότι υπάρχουν τρία επίπεδα μιμητικής: το επίπεδο του οργανισμού, το επίπεδο της συμπεριφοράς και το επίπεδο του οικοσυστήματος. **Το επίπεδο του οργανισμού** απεικονίζει τη μίμηση ενός συγκεκριμένου οργανισμού ή τη μίμηση ενός μέρους ολόκληρου του οργανισμού, τα κτίρια σε επίπεδο οργανισμού μιμούνται έναν συγκεκριμένο οργανισμό. **Το δεύτερο επίπεδο είναι η μίμηση της συμπεριφοράς στην οποία συμπεριφέρεται κάθε οργανισμός**, τα κτίρια μιμούνται πώς ένας οργανισμός συμπεριφέρεται ή σχετίζεται με το

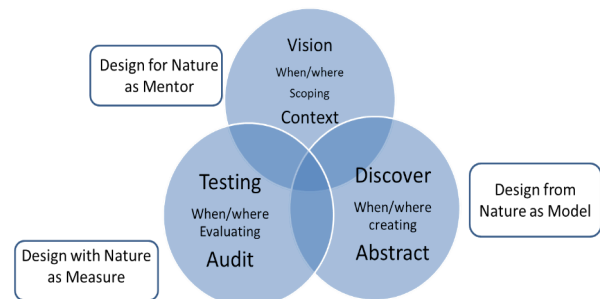


μεγαλύτερο μέρος του συμφραζόμενα. Το τρίτο επίπεδο είναι η μίμηση ολόκληρου του οικοσυστήματος και αυτό το επίπεδο θεωρείται το πιο δύσκολο επίπεδο καθώς εστιάζει σε ένα λειτουργικά πολύ δύσκολο ζήτημα προς μίμηση, ένα κτίριο μιμείται το φυσικό διαδικασία και κύκλος του ευρύτερου περιβάλλοντος. Μέσα από κάθε επίπεδο υπάρχουν πέντε διαστάσεις οι οποίες να προσδιορίσει σε ποιο βαθμό υπάρχει η μίμηση. ο σχεδιασμός αναφέρεται ως βιομimetική από την εμφάνισή του όπως (μορφή), από τι είναι φτιαγμένο (υλικό), πώς είναι κατασκευασμένο (κατασκευή), πώς λειτουργεί (διαδικασία) και ποια είναι η δυνατότητά του (λειτουργία του). Αυτά τα επίπεδα είναι πολύ σημαντικά και ολοκληρώνουν τη βιομimetική προσεγγίσεις.

Αν θέλουμε να μιμηθούμε συνειδητά την ιδιοφυΐα της φύσης, πρέπει να τη δούμε διαφορετικά. Στη βιομimηση, βλέπουμε τη φύση ως μοντέλο, μέτρο και μέντορα.



- **Η φύση ως μοντέλο** Η Βιομimητισμός είναι μια νέα επιστήμη που μελετά τα μοντέλα της φύσης και στη συνέχεια μιμείται αυτές τις μορφές, τις διαδικασίες, τα συστήματα και τις στρατηγικές για την επίλυση ανθρώπινων προβλημάτων – με βιώσιμο τρόπο. Η Ένωση Βιομimητισμού και οι συνεργάτες της έχουν αναπτύξει ένα πρακτικό εργαλείο σχεδιασμού, που ονομάζεται Βιομimητισμός.
- **Η φύση ως μέτρο** Η βιομimηση χρησιμοποιεί ένα οικολογικό πρότυπο για να κρίνει τη βιωσιμότητα των καινοτομιών μας. Μετά από 3,8 δισεκατομμύρια χρόνια εξέλιξης, η φύση έχει μάθει τι λειτουργεί και τι διαρκεί. Η φύση ως μέτρο αποτυπώνεται στις Αρχές της Ζωής και ενσωματώνεται στο βήμα αξιολόγησης της σπείρας Βιομimησης-Σχεδιασμού.
- **Η φύση ως μέντορας** Η βιομimητία είναι ένας νέος τρόπος θεώρησης και αξιολόγησης της φύσης. Εισάγει μια εποχή που δεν βασίζεται σε αυτά που μπορούμε να εξαγάγουμε από τον φυσικό κόσμο, αλλά σε αυτά που μπορούμε να μάθουμε από αυτόν.

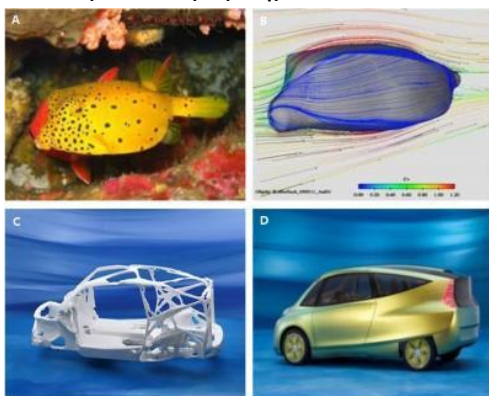


Πώς μπορούμε να εφαρμόσουμε τη βιολογική γνώση;

Η εφαρμογή της βιολογικής γνώσης περιγράφει έργα με διαφορετική διάρκεια, τα οποία συνήθως διεξάγονται από το γραφείο. Με άλλα λόγια, συνήθως δεν περιλαμβάνουν βιολογικά (ή τεχνικά) πειράματα ή άλλες μελέτες. Συνήθως ξεκινούν με την πρόχειρη ιδέα της αναζήτησης βιολογικής έμπνευσης για την επίλυση μιας τεχνικής πρόκλησης ή με το κίνητρο για την εφαρμογή ενός αποτελέσματος βιολογικής έρευνας για μια τεχνική εργασία. Το έργο συχνά απαιτεί μια πιο λεπτομερή κατανόηση του κατά πόσον εντοπίζονται συναρπαστικές βιολογικές εμπνεύσεις ή τεχνικές εφαρμογές. Οι σχεδιαστές πρέπει στη συνέχεια να αναζητήσουν πρόσθετες πληροφορίες. Σε αυτό το σενάριο, η ομαδική πτυχή παίζει δευτερεύοντα ρόλο και ο σχεδιαστής μπορεί να είναι ένας μόνο μηχανικός ή βιολόγος (Hashemi Farzaneh, 2019). Αυτό σημαίνει ότι είναι καλύτερο να υπάρχει μια διαδικασία επίλυσης προβλημάτων κατά την εφαρμογή της βιολογικής γνώσης.

Η βιομιμητική ως έννοια

Η βιομιμητισμός συνεπάγεται τη δημιουργική εφαρμογή βιολογικών εννοιών σε προϊόντα. Όπως αναφέρεται σε αυτό το κείμενο, μπορούμε να παρέχουμε μια ευρεία επισκόπηση της βιομιμητισμού και έχουμε περιγράψει τη μετατροπή φυσιολογικών και οργανωτικών λύσεων από τη φύση σε προϊόντα και υπηρεσίες. Η εφαρμογή και η οικονομική αποδοτικότητα παρουσιάζονται μέσα από επιλεγμένα παραδείγματα. Τέσσερα παραδείγματα επιτυχημένης εφαρμογής λύσεων για τη φύση. Η φύση θεωρείται ολοένα και περισσότερο ως μοντέλο και σημείο αναφοράς. Δεν προκαλεί έκπληξη το γεγονός ότι κατά τη διάρκεια εκατομμυρίων ετών εξέλιξης η φύση έχει δημιουργήσει μηχανισμούς και συστήματα που είναι εξαιρετικά αποτελεσματικά, αποφεύγοντας τα δίκτυα που επιτρέπουν σε επαγγελματίες από διαφορετικούς τομείς να συνεργάζονται, κάτι που αποτελεί προϋπόθεση για την επιτυχία της βιομιμητισμού. Η φύση συνεπάγεται «βελτιστοποίηση» και όχι «μεγιστοποίηση», και επίσης αποτελεί μοντέλο βιωσιμότητας, καθώς είναι ένα σύστημα «κλειστού βρόχου». Όλοι οι οργανισμοί συμβάλλουν στην ανακύκλωση των σημαντικών θρεπτικών συστατικών της Γης - άνθρακα, υδρογόνο, οξυγόνο και άζωτο. Εάν οι άνθρωποι θέλουν να ευημερούν επ' αόριστον, πρέπει να ενεργούν υπεύθυνα μιμούμενοι τον κλειστό βρόχο της φύσης. Η βιομιμητία (ελλ. βίος - ζωή· μίμηση - μιμούμαι) είναι ένας κλάδος εφαρμογής των αρχών της φύσης και όχι μόνο αλλάζει τον τρόπο που σκεφτόμαστε για το σχεδιασμό, την παραγωγή, τη μεταφορά και τη διανομή αγαθών και υπηρεσιών, αλλά παρέχει επίσης ευκαιρίες για την αντιμετώπιση σύνθετων περιβαλλοντικών και οικονομικών προβλημάτων.



Σχήμα 3. Βιομιμητισμός ως έννοια, (Hwang J & all, 2015)





Ποια είναι η μέθοδος στον βιο-εμπνευσμένο σχεδιασμό;

Έχοντας εφαρμόσει μεθόδους σχεδιασμού εμπνευσμένες από τη βιολογική φύση, έχουμε παρατηρήσει ότι οι περισσότερες μέθοδοι έχουν αναπτυχθεί για συγκεκριμένα σενάρια σχεδιασμού εμπνευσμένα από τη βιολογική φύση. Για άλλα σενάρια, μπορεί να είναι λιγότερο κατάλληλες. Για παράδειγμα, το Πρότυπο Αιτιώδους Σχέσης είναι μια μέθοδος για τη διατύπωση μιας αιτιώδους σχέσης ενός βιολογικού συστήματος σε μία πρόταση και τη μεταφορά αυτής της αιτιώδους σχέσης σε ένα βιο-εμπνευσμένο τεχνικό σύστημα σε μια άλλη πρόταση. Η τεχνική μπορεί να βοηθήσει τους σχεδιαστές να μεταφέρουν γρήγορα αρκετές αναλογίες από τον βιολογικό στον τεχνικό τομέα. Ωστόσο, η διατύπωση μιας βιολογικής λύσης σε μία πρόταση απαιτεί τεράστια απλοποίηση. Εάν έχουμε διεξάγει ένα ερευνητικό έργο για την λεπτομερή ανάλυση ενός βιολογικού συστήματος, πιθανότατα έχουμε συμπεράνει σύνθετες εξηγήσεις για τις στρατηγικές του.

Η διατύπωση μιας αιτιώδους σχέσης σε μία πρόταση αποδεικνύεται λιγότερο χρήσιμη για τη μεταφορά τέτοιων σύνθετων σχέσεων. Από την άλλη πλευρά, πολλές μέθοδοι για βιο-εμπνευσμένο σχεδιασμό απαιτούν σημαντικό χρόνο και εκπαίδευση. Για παράδειγμα, η μοντελοποίηση SBF είναι μια μέθοδος για την αφαίρεση τεχνικών και βιολογικών συστημάτων. Οι λειτουργίες των συστημάτων μοντελοποιούνται σε λεπτομερή βήματα. Αυτή η μέθοδος είναι πολύ χρήσιμη για την απεικόνιση λεπτομερών γνώσεων που αποκτώνται μέσω βιβλιογραφικής έρευνας ή από πραγματικές μελέτες ή πειράματα σε ένα βιολογικό ή τεχνικό σύστημα. Ωστόσο, σε σύντομα εργαστήρια ιδεασμού είναι μη πρακτικό. Έχουμε αναπτύξει τρία σενάρια για να υποδείξουμε την καταλληλότητα των μεθόδων για ορισμένους τύπους βιο-εμπνευσμένου σχεδιασμού.

Διαφέρουν ως προς την προσπάθεια που καταβάλλεται για την ανάλυση τεχνικών και βιολογικών συστημάτων. Το βιο-εμπνευσμένο έργο σχεδιασμού σας μπορεί να βρίσκεται απλώς ανάμεσα σε ένα από τα σενάρια ή μπορεί να είναι εντελώς διαφορετικό. Ωστόσο, αυτά τα σενάρια μπορούν να σας δώσουν μια υπόδειξη για το εάν μια μέθοδος αξίζει να διερευνηθεί για το έργο σας.

Ο σχεδιασμός εμπνευσμένος από τη βιοτεχνολογία ενσωματώνει τόσο την ανάπτυξη τεχνικών προϊόντων όσο και τη βιολογική έρευνα. Υπάρχει μικρή διασταύρωση μεταξύ των συνήθως χρησιμοποιούμενων διαδικασιών και από τους δύο κλάδους. Επιπλέον, εάν οι μηχανικοί και οι βιολόγοι πρόκειται να συνεργαστούν, πρέπει να ληφθούν υπόψη οι διαφορετικές προσεγγίσεις εργασίας τους για να επιτύχει το κοινό έργο.





Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR) στην Εκπαίδευση της Βιομημητικής

Η Επαυξημένη Πραγματικότητα (ΕΠ) επικαλύπτει εικονικά στοιχεία στον πραγματικό κόσμο, δημιουργώντας ένα διαδραστικό και καθηλωτικό μαθησιακό περιβάλλον. Στο πλαίσιο της βιομημητικής εκπαίδευσης, η ΕΠ μπορεί να βελτιώσει σημαντικά την κατανόηση σύνθετων βιολογικών δομών και διεργασιών παρέχοντας τρισδιάστατες απεικονίσεις και διαδραστικές προσομοιώσεις.

Μελέτες έχουν καταδείξει την αποτελεσματικότητα της Επαυξημένης Πραγματικότητας (AR) σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα:

- **Βελτιωμένη Οπτικοποίηση** Η Επαυξημένη Πραγματικότητα (ΕΠ) διευκολύνει την εξερεύνηση περίπλοκων βιολογικών δομών, καθιστώντας τις αφηρημένες έννοιες πιο απτές και κατανοητές. Για παράδειγμα, η Επαυξημένη Πραγματικότητα (ΕΠ) έχει χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά για την απεικόνιση μακρομοριακών δομών, βοηθώντας στην κατανόηση των λειτουργιών και των αλληλεπιδράσεών τους (Vardar-Ulu et al., 2024).
- **Ενσωματωμένη Μάθηση:** Η επαυξημένη πραγματικότητα (AR) υποστηρίζει την ενσωματωμένη νόηση επιτρέποντας στους μαθητές να αλληλεπιδρούν με εικονικά μοντέλα σε έναν φυσικό χώρο, βελτιώνοντας έτσι την εμπλοκή και τη συγκράτηση επιστημονικών εννοιών. Αυτή η προσέγγιση έχει αποδειχθεί ότι βελτιώνει τη μαθησιακή εμπειρία ενσωματώνοντας τη σωματική δραστηριότητα με τη γνωστική επεξεργασία (Mansour et al., 2024).
- **Κίνητρο και Συμμετοχή:** Η διαδραστική φύση της Επαυξημένης Πραγματικότητας (ΕΠ) έχει βρεθεί ότι αυξάνει το κίνητρο και τη συμμετοχή των μαθητών, οδηγώντας σε πιο αποτελεσματικά μαθησιακά αποτελέσματα. Παρέχοντας καθηλωτικές εμπειρίες, η ΕΠ μπορεί να κάνει τη μάθηση πιο ευχάριστη και ενδιαφέρουσα (Subran & Diyana Mahmud, 2024).

Η Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR) προσφέρει μια μετασχηματιστική προσέγγιση στην εξερεύνηση των βασικών αρχών της βιομimησης, βελτιώνοντας τον τρόπο με τον οποίο οι μαθητές αντιλαμβάνονται και αλληλεπιδρούν με βιολογικά και τεχνικά συστήματα. Παρέχοντας καθηλωτικές και διαδραστικές εμπειρίες, η AR διευκολύνει την βαθύτερη κατανόηση των αρχών της βιομimησης και των βιοεμπνευσμένων διαδικασιών σχεδιασμού.

Βελτίωση της Κατανόησης των Αρχών της Βιομημητικής μέσω της Επαυξημένης Πραγματικότητας (AR)

Η επαυξημένη Πραγματικότητα (AR) επιτρέπει δυναμικές αναπαραστάσεις αρχών βιομimτισμού, όπως:





- **Προσαρμογή Μορφής σε Λειτουργία:** Τα διαδραστικά μοντέλα AR μπορούν να δείξουν πώς εξελίσσονται οι φυσικές μορφές για τη βελτιστοποίηση συγκεκριμένων λειτουργιών. Για παράδειγμα, οι εφαρμογές AR μπορούν να απεικονίσουν τη μικροδομή ενός φύλλου λωτού, απεικονίζοντας τις υδροαπωθητικές του ιδιότητες και εμπνέοντας σχέδια αυτοκαθαριζόμενων επιφανειών.
- **Ενεργειακή Απόδοση:** Οι προσομοιώσεις AR μπορούν να συγκρίνουν την κατανάλωση ενέργειας σε φυσικές διεργασίες με μηχανικά συστήματα, απεικονίζοντας πώς οργανισμοί όπως τα πτηνά πετούν με ελάχιστη ενεργειακή δαπάνη. Αυτή η συγκριτική οπτικοποίηση βοηθά στην κατανόηση και την εφαρμογή ενεργειακά αποδοτικών στρατηγικών στο σχεδιασμό (https://elearningindustry.com/the-role-of-augmented-reality-in-education-revolutionizing-learning-experiences?utm_source=chatgpt.com).

Οπτικοποίηση Διαδικασιών Σχεδιασμού Εμπνευσμένων από τη Βιολογία

Η επαναληπτική φύση του βιο-εμπνευσμένου σχεδιασμού, από την αφαίρεση έως τη μεταφορά αναλογίας, μπορεί να αποτελέσει πρόκληση για τους μαθητές. Η AR μετριάζει αυτές τις προκλήσεις με τους εξής τρόπους:

- **Προσομοίωση Βιολογικών Διεργασιών:** Οι απεικονίσεις AR μπορούν να αναδημιουργήσουν πολύπλοκους βιολογικούς μηχανισμούς, όπως η φωτοσύνθεση ή οι συγκολλητικές ιδιότητες των ποδιών του γκέκο, επιτρέποντας στους μαθητές να αναλύουν και να αναλύουν διαδραστικά αυτές τις διαδικασίες.
- **Διευκόλυνση της Πολυκλιμακωτής Ανάλυσης:** Η Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR) παρέχει μια γέφυρα μεταξύ μακρο- και μικρο-κλίμακας, βοηθώντας τους χρήστες να συνδέσουν τις διαδικασίες σε επίπεδο οικοσυστήματος με τις προσαρμογές που αφορούν συγκεκριμένα τον οργανισμό, ενισχύοντας έτσι μια ολιστική κατανόηση των βιολογικών συστημάτων.

Διεπιστημονική Συνεργασία

Η Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR) προωθεί την καλύτερη συνεργασία μεταξύ βιολόγων, μηχανικών και σχεδιαστών, παρέχοντας μια κοινή πλατφόρμα για την οπτικοποίηση και τη συζήτηση αφηρημένων βιολογικών εννοιών και των τεχνικών εφαρμογών τους. Μπορεί:

- **Ευθυγράμμιση Διαφορετικών Ορολογιών και Προοπτικών** Η επαυξημένη πραγματικότητα (AR) προσφέρει οπτικές αναφορές σε πραγματικό χρόνο, διευκολύνοντας την επικοινωνία μεταξύ διεπιστημονικών ομάδων.
- **Βελτιστοποιήστε τις φάσεις αφαίρεσης και αναλογίας:** Παρέχοντας διαδραστικά μοντέλα, η AR διασφαλίζει την καλύτερη μεταφορά βιολογικών γνώσεων σε τεχνικά σχέδια, ενισχύοντας την αποτελεσματικότητα της διαδικασίας σχεδιασμού.

Ξεπερνώντας τις Προκλήσεις Σχεδιασμού

Η βιομιμητία συχνά περιλαμβάνει την επανερμηνεία βιολογικών στρατηγικών για τεχνικές εφαρμογές, μια διαδικασία που απαιτεί βαθιά κατανόηση και δημιουργικότητα. Η επαυξημένη Πραγματικότητα (AR) αντιμετωπίζει κοινές προκλήσεις, όπως:





- **Αποτυχίες πρωτοτύπων:** Προσομοιώνοντας περιβαλλοντικές δυνάμεις και αλληλεπιδράσεις στην επαυξημένη Πραγματικότητα (AR), οι χρήστες μπορούν να δοκιμάσουν εικονικά τη σκοπιμότητα βιοεμπνευσμένων σχεδίων, μειώνοντας τις δαπανηρές επαναλήψεις δοκιμής και σφάλματος στον φυσικό κόσμο.
- **Δυναμική Προσαρμογή:** Η ικανότητα της επαυξημένης πραγματικότητας (AR) να προσομοιώνει την περιβαλλοντική μεταβλητότητα (π.χ. φως, ρευστοδυναμική) προσφέρει πληροφορίες για το πώς τα βιο-εμπνευσμένα σχέδια θα μπορούσαν να αποδώσουν υπό πραγματικές συνθήκες, επιτρέποντας τις απαραίτητες προσαρμογές πριν από τη φυσική δημιουργία πρωτοτύπων (Ciloglu & Ustun, 2023).

Ευκαιρίες για ενσωμάτωση επαυξημένης πραγματικότητας (AR)

Η AR δημιουργεί μοναδικές ευκαιρίες μάθησης στην εκπαίδευση της βιομimησης:

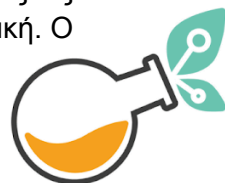
- **Διαδραστικές Μελέτες Περιπτώσεων:** Οι μαθητές μπορούν να εξερευνήσουν εμβληματικά παραδείγματα βιομimησης (π.χ., Velcro εμπνευσμένα από γρέζια, επιφάνειες εμπνευσμένες από δέρμα καρχαρία) σε περιβάλλοντα 3D AR, ενισχύοντας την εμπλοκή και την κατανόηση.
- **Δοκιμή σεναρίου:** Η επαυξημένη Πραγματικότητα (AR) μπορεί να προσομοιώσει τον τρόπο με τον οποίο τα βιο-εμπνευσμένα σχέδια ανταποκρίνονται σε αλλαγές μεταβλητών όπως η θερμοκρασία, η πίεση ή το φως, ενισχύοντας μια βαθύτερη κατανόηση της εφαρμοσιμότητας και της ανθεκτικότητάς τους.
- **Σχόλια σε πραγματικό χρόνο:** Χρησιμοποιώντας εργαλεία AR, οι μαθητές μπορούν να οπτικοποιήσουν και να τροποποιήσουν άμεσα τις βιο-εμπνευσμένες έννοιές τους, ενθαρρύνοντας την επαναληπτική μάθηση και την καινοτομία.

Η ενσωμάτωση της Επαυξημένης Πραγματικότητας (ΕΠ) στην εκπαίδευση στη βιομimηση ευθυγραμμίζεται με τις ευρύτερες τάσεις στη βιωματική και κατηλωτική μάθηση. Καθώς οι τεχνολογίες ΕΠ γίνονται πιο προηγμένες και προσβάσιμες, προσφέρουν απaráμιλλες ευκαιρίες για εμβάθυνση της κατανόησης, ενίσχυση της συνεργασίας και έμπνευση για καινοτόμες εφαρμογές των αρχών της βιομimησης. Η υιοθέτηση της ΕΠ σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα μπορεί να οδηγήσει σε πιο αποτελεσματικές και συναρπαστικές μαθησιακές εμπειρίες, προετοιμάζοντας τους μαθητές να εφαρμόσουν έννοιες της βιομimησης σε πραγματικά σενάρια. <https://elearningindustry.com/augmented-reality-in-education-staggering-insight-into-future>).

Εκτέλεση ενότητας:

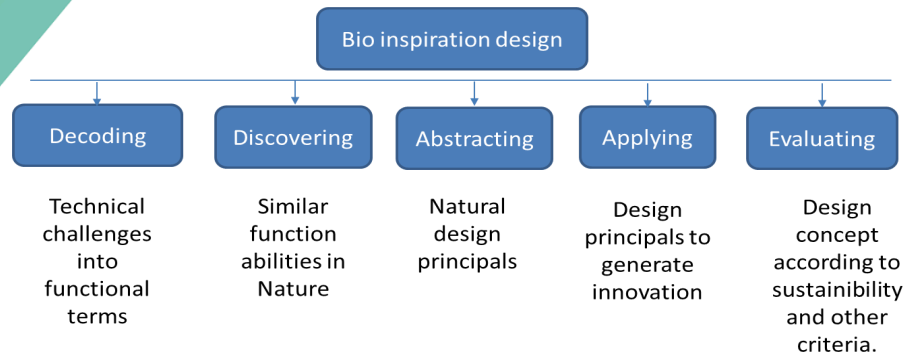
Διαδικασία σχεδιασμού εμπνευσμένη από τη βιολογία

Ο βιοεμπνευσμένος σχεδιασμός εξετάζει τη δομή και τη λειτουργία οργανικών πλαισίων ως μοντέλα και σχέδια ή κατασκευάζει σύγχρονα υλικά και μηχανήματα. Είναι ευρέως σεβαστός ως συνώνυμος με τη βιομimηση, τη βιομimηση και τη βιογνώση και συγκρίσιμος με τη βιομimητική. Ο





όρος βιομιμητική προέρχεται από την ελληνική λέξη βίος, «ζωή», και την προσθήκη μιμητικός, «που έχει ικανότητα για μίμηση».



Γενικά, ο σχεδιασμός εμπνευσμένος από τη φύση θα μπορούσε να αποτελέσει μια στρατηγική για την εξεύρεση λύσεων στις ανθρώπινες προκλήσεις, μιμούμενος σχέδια και έννοιες που βρίσκονται στη φύση. Χρησιμοποιείται παντού: σε κτίρια, οχήματα, ακόμη και σε υλικά.

Διαδικασία Σχεδιασμού Εμπνευσμένη από τη Βιολογία με Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR)

Η ενσωμάτωση της Επαυξημένης Πραγματικότητας (AR) στη διαδικασία σχεδιασμού εμπνευσμένη από τη βιολογία ενισχύει την διαδραστικότητα, την οπτικοποίηση και την προσβασιμότητα. Αυτή η προσέγγιση ευθυγραμμίζεται με την έννοια του «εμβαθυντικού σχεδιασμού», ο οποίος χρησιμοποιεί την AR για τη δημιουργία ρεαλιστικών ψηφιακών περιβαλλόντων για τους χρήστες. Επιπλέον, η εφαρμογή της AR στις διαδικασίες σχεδιασμού έχει διερευνηθεί σε διάφορες μελέτες, υπογραμμίζοντας τις δυνατότητές της να φέρει επανάσταση στις παραδοσιακές μεθόδους (<https://journals.open.tudelft.nl/abe/article/view/3753>).

Πρακτική Βιομιμητικού Σχεδιασμού

Οι βιολόγοι είναι βασικοί παράγοντες στη διαδικασία σχεδιασμού της βιομίμησης, επειδή βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στη βιολογική γνώση. Ωστόσο, ο ρόλος του σχεδιαστή παραμένει κεντρικός. Αυτός ο προσανατολισμός ισχύει ιδιαίτερα όσον αφορά την αφαίρεση βιολογικών στρατηγικών σε ευρύτερα εφαρμόσιμες αρχές σχεδιασμού και την εφαρμογή τους για την επίλυση ανθρώπινων προκλήσεων. Στόχος της βιομίμησης δεν είναι η δημιουργία ενός αντιγράφου μιας φυσικής μορφής, διαδικασίας ή οικοσυστήματος. Αντίθετα, είναι η εξαγωγή αρχών σχεδιασμού από τη βιολογία και η χρήση τους ως ερέθισμα για τη δημιουργία ιδεών. Μια τελική βιομιμητική λύση θα πρέπει να αποδεικνύει σαφώς τη μεταφορά λειτουργικών ή οργανωτικών αρχών από τη βιολογία.

Άλλωστε, ο σκοπός της βιομιμητικής είναι να αξιοποιήσει τη γνώση που ενσωματώνεται στα 3,8 δισεκατομμύρια χρόνια έρευνας και ανάπτυξης της φύσης, και η επίτευξη αυτού του στόχου είναι αδύνατη εάν η λειτουργική αναλογία μεταξύ του φυσικού μοντέλου και του τελικού σχεδιασμού χάνεται στη μετάφραση.





Πρακτική Βιομημητικού Σχεδιασμού Ενισχυμένη με Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR)

Η ενσωμάτωση της Επαυξημένης Πραγματικότητας (AR) στις πρακτικές βιομημητικού σχεδιασμού ενισχύει την οπτικοποίηση, την προσομοίωση και τη συνεργασία της διαδικασίας σχεδιασμού, οδηγώντας σε πιο αποτελεσματικές και καινοτόμες λύσεις.

Βελτιωμένη Οπτικοποίηση Βιολογικών Μοντέλων

Η επαυξημένη Πραγματικότητα (AR) επιτρέπει στους σχεδιαστές να εξερευνήσουν βιολογικές δομές σε τρεις διαστάσεις, διευκολύνοντας μια βαθύτερη κατανόηση των σχέσεων μορφής-λειτουργίας. Για παράδειγμα, τα διαδραστικά μοντέλα AR επιτρέπουν τον χειρισμό σε πραγματικό χρόνο, βοηθώντας στην αφαίρεση βασικών αρχών όπως η ενεργειακή απόδοση, η υδροφοβικότητα ή η πρόσφυση. Αυτή η δυνατότητα ευθυγραμμίζεται με τα ευρήματα ότι η AR μπορεί να βελτιώσει σημαντικά τη διαδικασία σχεδιασμού παρέχοντας διαισθητικές και απτές αλληλεπιδράσεις με εικονικά μοντέλα (Shin et al., 2013).

Δυναμικές Προσομοιώσεις Φυσικών Διεργασιών

Μέσω της AR, οι σχεδιαστές μπορούν να προσομοιώσουν φυσικές διεργασίες όπως η φωτοσύνθεση ή η ρευστοδυναμική μέσα σε βιολογικές δομές, παρατηρώντας τις λειτουργίες του συστήματος υπό διάφορες συνθήκες. Αυτή η δυναμική προσομοίωση προσφέρει πληροφορίες για τη μεταφορά βιολογικών αρχών σε τεχνικά ή αρχιτεκτονικά σχέδια, καθώς η AR υποστηρίζει την οπτικοποίηση και την αλληλεπίδραση σύνθετων δεδομένων, κάτι που είναι κρίσιμο για εργασίες συνεργατικού σχεδιασμού (Nilsson et al., 2008).

Ενισχυμένη Συνεργασία και Σύλληψη Ιδεών

Η επαυξημένη Πραγματικότητα (AR) παρέχει μια κοινή οπτική πλατφόρμα που ενισχύει τη διεπιστημονική συνεργασία μεταξύ βιολόγων, μηχανικών και σχεδιαστών. Οι αλληλεπιδράσεις και οι προσομοιώσεις σε πραγματικό χρόνο βοηθούν στην ευθυγράμμιση των προοπτικών και των ορολογιών, διασφαλίζοντας μια ομαλότερη μετάβαση από τις βιολογικές αρχές στις τεχνικές εφαρμογές. Η έρευνα δείχνει ότι τα συστήματα επαυξημένης πραγματικότητας (AR) μπορούν να δημιουργήσουν μοναδικές συνεργατικές εμπειρίες επιτρέποντας στους χρήστες να αλληλεπιδρούν με κοινόχρηστα τρισδιάστατα εικονικά αντικείμενα, διευκολύνοντας έτσι την αποτελεσματική επικοινωνία και ανταλλαγή ιδεών (Lukosch, 2015).

Διαδραστική Πρωτότυπωση και Ανατροφοδότηση

Χρησιμοποιώντας εργαλεία επαυξημένης πραγματικότητας (AR), οι σχεδιαστές μπορούν να δημιουργήσουν εικονικά πρωτότυπα λύσεων εμπνευσμένων από τη βιολογία και να τα δοκιμάσουν σε προσομοιωμένα περιβάλλοντα. Αυτή η προσέγγιση μειώνει το κόστος και τον χρόνο που σχετίζονται με τη φυσική δημιουργία πρωτοτύπων και επιτρέπει επαναληπτικές βελτιώσεις με βάση την άμεση ανατροφοδότηση. Μελέτες έχουν δείξει ότι η επαυξημένη πραγματικότητα (AR) μπορεί να υποστηρίξει αποτελεσματικά τις συνεδρίες συνεργατικού





σχεδιασμού, επιτρέποντας σε πολλαπλούς συμμετέχοντες να βλέπουν και να αλληλεπιδρούν με μοντέλα εμπλουτισμένα με επαυξημένη πραγματικότητα (Giunta, 2022).

Διερεύνηση της Χωρικής Επαυξημένης Πραγματικότητας για Συνεργατικό Σχεδιασμό Giunta, L. (Συγγραφέας). 22 Ιουνίου 2022

Εφαρμογή Επαυξημένης Πραγματικότητας (AR) σε Βιομημητικές Λύσεις

Η ενσωμάτωση της Επαυξημένης Πραγματικότητας (AR) στις πρακτικές βιομημητικού σχεδιασμού ενισχύει τη διαδικασία διευκολύνοντας την αφαίρεση βιολογικών αρχών, επιτρέποντας τον εικονικό πειραματισμό και διασφαλίζοντας την ακριβή λειτουργική μετάφραση σε πρακτικές εφαρμογές.

- **Αρχές Αφαίρεσης:** Η επαυξημένη Πραγματικότητα (AR) επιτρέπει στους σχεδιαστές να αλληλεπιδρούν με λεπτομερή τρισδιάστατα μοντέλα βιολογικών συστημάτων, βοηθώντας στην αναγνώριση και την εξαγωγή λειτουργικών αρχών. Αυτή η εμπυθιστική αλληλεπίδραση ενισχύει την κατανόηση και ενθαρρύνει την καινοτομία στο σχεδιασμό.
- **Εφαρμογή Σχεδιασμού:** Μέσω εικονικού πειραματισμού και οπτικοποίησης, η AR διευκολύνει την εφαρμογή αφηρημένων βιολογικών αρχών σε σενάρια πραγματικού κόσμου. Αυτή η προσέγγιση επιτρέπει στους σχεδιαστές να δοκιμάζουν και να βελτιώνουν αποτελεσματικά τα βιο-εμπνευσμένα σχέδια.
- **Λειτουργική Μετάφραση:** Η Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR) διασφαλίζει την ακριβή μετατροπή των φυσικών μοντέλων σε τελικά σχέδια, παρέχοντας εργαλεία για τη δυναμική σύγκριση και επικύρωση βιολογικών στρατηγικών. Αυτή η δυναμική διαδικασία επικύρωσης βοηθά στη διατήρηση της ακεραιότητας των βιο-εμπνευσμένων λύσεων (Shin et al., 2013).

Αξιοποιώντας τεχνολογίες επαυξημένης πραγματικότητας (AR), η διαδικασία σχεδιασμού βιομημητισμού γίνεται πιο ισχυρή και αποτελεσματική, ευθυγραμμιζόμενη με τις σύγχρονες, τεχνολογικά βασισμένες προσεγγίσεις για την καινοτομία και τη βιωσιμότητα.

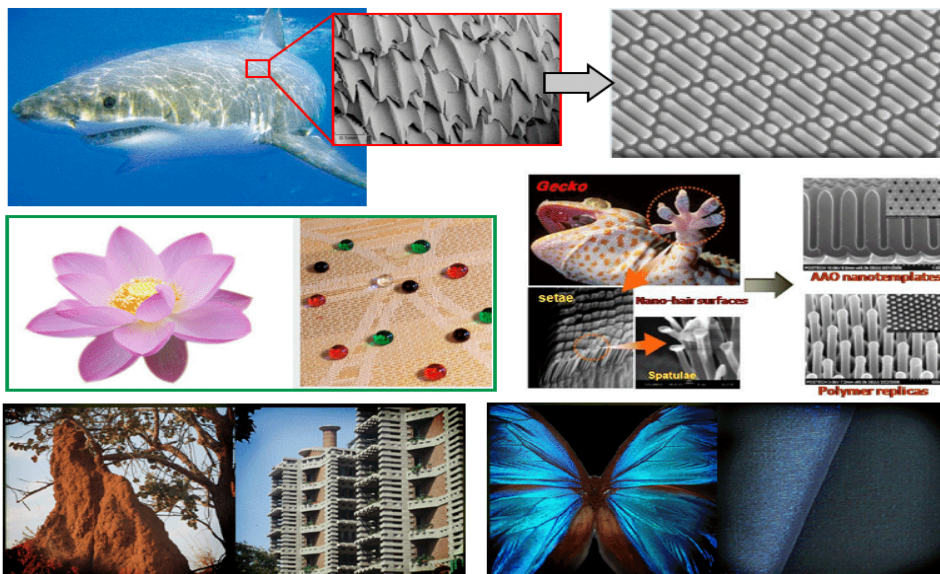
Η βιολογία ως μοντέλο και οι εφευρέσεις:

Η φύση διαθέτει μια τεράστια δεξαμενή εφευρέσεων που πέρασαν τη σκληρή δοκιμασία της πρακτικότητας και της ανθεκτικότητας σε ένα μεταβαλλόμενο περιβάλλον. Για να αξιοποιηθούν στο έπακρο οι δυνατότητες της φύσης, είναι κρίσιμο να δημιουργηθεί γεφύρωση μεταξύ βιολογίας και μηχανικής και να διαπιστωθεί η συνεργασία εμπειρογνωμόνων και από τους δύο τομείς. Αυτή η γεφυρωτική προσπάθεια μπορεί να βοηθήσει στη μετατροπή των δυνατοτήτων της φύσης σε μηχανικές δυνατότητες, εργαλεία και μηχανισμούς. Για να προσεγγίσουμε τη φύση με μηχανικούς όρους, είναι απαραίτητο να ταξινομήσουμε τις βιολογικές δυνατότητες σε τεχνολογικές κατηγορίες. Συγκεκριμένα, μπορεί κανείς να λάβει βιολογικά προσδιορισμένα χαρακτηριστικά και να αναζητήσει μια αναλογία με όρους μηχανικής, όπως φαίνεται στον πίνακα.



Χαρακτηριστικές ομοιότητες μεταξύ βιολογίας και μηχανικών συστημάτων		
Βιολογία	Μηχανική	Βιομηχανική, βιομημητική, βιονική και βιομηχανική
Σώμα	Σύστημα	Αναπτύσσονται συστήματα με πολυλειτουργικά υλικά και δομές που μιμούνται τις δυνατότητες των βιολογικών συστημάτων.
Σκλήθρος και οστά	Δομή και στηρίγματα στήριξης	Οι δομές υποστήριξης αποτελούν μέρος κάθε ανθρωπογενούς συστήματος
Εγκέφαλος	Υπολογιστής	Οι υπολογιστές εξελίσσονται συνεχώς, μιμούμενοι τη λειτουργία του ανθρώπου. εγκέφαλος
Νοημοσύνη	Τεχνητή νοημοσύνη	Υπάρχουν πολυάριθμες πτυχές της τεχνητής νοημοσύνης που έχουν εμπνευστεί από τη βιολογία, όπως η επαυξημένη πραγματικότητα, τα αυτόνομα συστήματα, η υπολογιστική νοημοσύνη, τα συστήματα εμπειρογνομόνων, η ασαφής λογική κ.λπ.
Αισθήσεις	Αισθητήρες	Η υπολογιστική όραση, η τεχνητή όραση, το ραντάρ και άλλοι ανιχνευτές εγγύτητας έχουν όλες άμεσες βιολογικές αναλογίες. Ωστόσο, στην καλύτερη περίπτωση, η ικανότητα των τεχνητών αισθητήρων δεν είναι ούτε κατά διάνοια τόσο καλή όσο των βιοαισθητήρων.
Μύες	Ενεργοποιητές	Τα ηλεκτροενεργά πολυμερή είναι ενεργοποιητές με λειτουργική ομοιότητα με τους φυσικούς μύες
Ηλεκτροχημική παραγωγή ενέργειας	Επαναφορτιζόμενες μπαταρίες	Η χρήση βιολογικών υλικών για την παραγωγή ενέργειας θα προσφέρει στα μηχανικά συστήματα τεράστια πλεονεκτήματα.

Δυνατότητες της φύσης:



Ορισμένες από τις δυνατότητες της φύσης μπορούν να εμπνεύσουν νέους μηχανισμούς, συσκευές και ρομπότ. Παραδείγματα μπορεί να περιλαμβάνουν την ικανότητα του δρυοκολάπτη να προσκρούει στο ξύλο, ενώ παράλληλα καταστέλλει την επίδραση από την πρόκληση βλάβης στον εγκέφαλό του. Μια άλλη εμπνευσμένη ικανότητα είναι η ικανότητα πολυάριθμων πλασμάτων να λειτουργούν με πολλαπλές επιλογές κινητικότητας, όπως πτήση, σκάψιμο, κολύμπι, περπάτημα, πηδηματάκια, τρέξιμο, αναρρίχηση, έρπυσμα. Όλο και περισσότερο, οι βιολογικά εμπνευσμένες δυνατότητες γίνονται πρακτικές, συμπεριλαμβανομένης της αποφυγής συγκρούσεων χρησιμοποιώντας μουστάκια ή σόναρ, ελεγχόμενο καμουφλάζ και υλικά με αυτοϊαση. Μία από τις απαιτητικές δυνατότητες θα είναι η δημιουργία μικροσκοπικών συσκευών που μπορούν:

- πετούν με τεράστια ευελιξία σαν λιβελούλα·
- προσκολλώνται σε λείους και τραχείς τοίχους όπως ένα γκέκο·
- να προσαρμόζονται στην υφή, τα μοτίβα και το σχήμα του περιβάλλοντος σαν χαμαιλέοντας ή να αναδιαμορφώνουν το σώμα τους ώστε να ταξιδεύουν μέσα από πολύ στενούς σωλήνες σαν χταπόδι·
- να επεξεργάζονται σύνθετες τρισδιάστατες (3D) εικόνες σε πραγματικό χρόνο·
- ανακύκλωση ισχύος κινητικότητας για εξαιρετικά αποτελεσματική λειτουργία και μετακίνηση·
- αυτοαναπαραγωγή, αυτοανάπτυξη χρησιμοποιώντας πόρους από το περιβάλλον·
- να παράγουν και να αποθηκεύουν ενέργεια με χημικό τρόπο· και πολλές άλλες δυνατότητες για τις οποίες η βιολογία προσφέρει ένα μοντέλο έμπνευσης για την επιστήμη και τη μηχανική. Ενώ πολλές πτυχές της βιολογίας εξακολουθούν να είναι πέρα από την κατανόησή μας, έχει σημειωθεί σημαντική πρόοδος.

Ενότητα Βελτίωσης (Παραδείγματα Έργων με Χρήση Εργαλείων AR για την Εκπαίδευση στη Βιομητισμό)

Τα εργαλεία Επαυξημένης Πραγματικότητας (AR) φέρνουν νέες διαστάσεις στην εκπαίδευση της βιομίμησης, προσφέροντας στους μαθητές έναν καθηλωτικό, διαδραστικό τρόπο να αλληλεπιδράσουν με βιολογικές αρχές και να τις μεταφράσουν σε καινοτόμες λύσεις σχεδιασμού. Παρακάτω παρατίθενται παραδείγματα για το πώς τα εργαλεία AR μπορούν να προσαρμόσουν και να βελτιώσουν έργα που έχουν χρησιμοποιηθεί προηγουμένως.

Σχεδιασμένο εμπνευσμένο από τη φύση: (Ινστιτούτο Βιομηχανικής, 2009)



Σχήμα 4. Η βιομίμηση χρησιμοποιεί φυσικά αντικείμενα ως έμπνευση σχεδιασμού.





Σε αυτήν την ενδεικτική δραστηριότητα σε βασικό επίπεδο, οι μαθητές ανακαλύπτουν πώς οι μηχανικοί μπορούν να χρησιμοποιήσουν τη βιομίμηση για να βελτιώσουν τα σχέδιά τους. Μαθαίνουν πώς η προσεκτική παρατήρηση της φύσης - το να γίνει κανείς ντετέκτιβ της φύσης, ας πούμε, μπορεί να οδηγήσει σε καινοτομίες και προϊόντα. Σε αυτήν τη δραστηριότητα, οι μαθητές ανακατασκευάζουν ένα λουλούδι για να συλλέξουν ιδέες σχεδιασμού για νέα προϊόντα.

- Σύνδεση μηχανικής: Τα φυτά και τα ζώα είναι πράγματι οι μηχανικοί της φύσης. Για παράδειγμα, ένα φύλλο μπορεί να αξιοποιήσει την ηλιακή ενέργεια πιο αποτελεσματικά από τα καλύτερα ηλιακά πάνελ μας. Επί εκατομμύρια χρόνια, τα φυτά και τα ζώα έχουν αναπτύξει έξυπνους τρόπους επιβίωσης στη Γη. Ως μηχανικοί, μπορούμε να συμβουλευτούμε τη φύση για να βελτιώσουμε τα υπάρχοντα σχέδια και προϊόντα μας. Μελετώντας τη φύση, μπορούμε επίσης να εμπνευστούμε για σχέδια που δεν υπήρξαν ποτέ.

Μετά από αυτή τη δραστηριότητα, οι μαθητές θα πρέπει να είναι σε θέση να:

- Εξηγήστε πώς η βιομίμηση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ενίσχυση του μηχανικού σχεδιασμού.
- Περιγράψτε τη διαδικασία αντίστροφης μηχανικής ενός αντικειμένου.
- Εξηγήστε πώς η ανταλλαγή ιδεών σε μια ομάδα μπορεί να οδηγήσει σε πιο δημιουργικές ιδέες.

Πριν από τη δραστηριότητα

1. Συγκεντρώστε υλικά.
2. Κάντε αντίγραφο του Φύλλου Εργασίας «Εξερευνώντας τη Βιομιμητισμό».
3. Εξετάστε τα παραπάνω παραδείγματα βιομιμητισμού (περισσότερα παραδείγματα μπορείτε να βρείτε μέσω των πόρων που αναφέρονται στην ενότητα Αναφορά).
4. Εξασκηθείτε στην αντίστροφη μηχανική ενός λουλουδιού για να προετοιμαστείτε για τους τύπους ερωτήσεων που θα θέσουν οι μαθητές.

Με τους Φοιτητές

Μέρος I: Αντίστροφη Μηχανική

1. Εξετάστε τις κύριες έννοιες της βιομιμητικής και παρουσιάστε αρκετές μελέτες περίπτωσης για να παρακινήσετε τους μαθητές.
2. (συνιστάται) Ολοκληρώστε τη δραστηριότητα προ-αξιολόγησης πριν από τη διεξαγωγή της κύριας δραστηριότητας. Αυτό βοηθά στην προετοιμασία του σκηνικού για την πρόκληση της αντίστροφης μηχανικής.
3. Χωρίστε την τάξη σε ομάδες των 2-3 μαθητών η καθεμία.
4. Δώστε σε κάθε ομάδα ένα φύλλο εργασίας.
5. Χρησιμοποιήστε το φύλλο εργασίας για να επανεξετάσετε την έννοια και τη διαδικασία της αντίστροφης μηχανικής πριν δώσετε στις ομάδες τα λουλούδια και τα εργαλεία τους. Θα μπορούσατε ακόμη και να ζητήσετε από κάθε ομάδα να απαντήσει σε μια Ερευνητική Ερώτηση πριν μοιράσει τα υλικά.
6. Δώστε σε κάθε ομάδα ένα σετ εργαλείων αντίστροφης μηχανικής, όπως οδοντογλυφίδες, τσιμπιδάκια, εργαλεία κοπής, μεγεθυντικούς φακούς και πλαστικές σακούλες.





7. Κατευθύνετε τους μαθητές να ξεκινήσουν την αντίστροφη μηχανική των λουλουδιών τους. Βεβαιωθείτε ότι οι ομάδες ακολουθούν τα φύλλα εργασίας τους, τα οποία περιγράφουν τα ακόλουθα τέσσερα βήματα:
 - α. Αποσυναρμολογήστε προσεκτικά το λουλούδι και σχεδιάστε τα διάφορα συστατικά του.
 - β. Περιγράψτε τα χρώματα και τις υφές του λουλουδιού. Γιατί δημιουργήθηκε το λουλούδι με αυτά τα υλικά;
 - γ. Περιγράψτε το συνολικό σχήμα και δομή του λουλουδιού. Ποια πρόκληση θα μπορούσε να λύσει το λουλούδι έχοντας αυτό το σχήμα και τη δομή;
 - δ. Πώς θα μπορούσε ένας μηχανικός να μιμηθεί το υλικό, το χρώμα, το σχήμα και τη δομή του λουλουδιού για να σχεδιάσει κάτι νέο;
 - ε. Ποιες επιστημονικές έννοιες που έχετε μάθει στο παρελθόν σχετίζονται με το λουλούδι; Πώς θα μπορούσατε να τις χρησιμοποιήσετε στο σχέδιό σας;

Πρωτότυπη Δραστηριότητα: Οι μαθητές ανακατασκευάζουν ένα λουλούδι για να κατανοήσουν τη δομή, τα υλικά και τον λειτουργικό του σχεδιασμό. Εμπλουτισμένο με AR:

- Χρησιμοποιήστε εργαλεία όπως **JigSpace** να παρέχει τρισδιάστατα μοντέλα επαυξημένης πραγματικότητας (AR) λουλουδιών, επιτρέποντας στους μαθητές να εξερευνήσουν εικονικά τις εσωτερικές τους δομές και να κατανοήσουν τις σχέσεις μορφής-λειτουργίας τους.
- Προσομοιώστε τον τρόπο με τον οποίο τα πέταλα αλληλεπιδρούν με περιβαλλοντικά στοιχεία, όπως η προστασία της γύρης από τον άνεμο ή η διάθλαση του φωτός για την προσέλκυση επικονιαστών.
- Δυνατότητα αποσυναρμολόγησης εικονικών μοντέλων, επιτρέποντας στους μαθητές να παρατηρούν βασικά δομικά στοιχεία όπως η υφή των πετάλων ή η ευκαμψία του στελέχους, ενισχύοντας την βαθύτερη οικολογική κατανόηση.

Νέο Μαθησιακό Αποτέλεσμα: Οι φοιτητές αποκτούν γνώσεις σχετικά με την εφαρμογή βιολογικών δομών σε πραγματικές προκλήσεις μηχανικής, όπως η δημιουργία υδατοαπωθητικών επιφανειών ή βιώσιμων υλικών.

Μέρος II: Σχεδιασμός Προϊόντος

1. Μόλις οι μαθητές ολοκληρώσουν την αντίστροφη μηχανική των λουλουδιών, ζητήστε τους να κάνουν καταιγισμό ιδεών για πιθανά νέα προϊόντα με βάση αυτά που παρατήρησαν. Για παράδειγμα, προϊόντα εμπνευσμένα από το λουλούδι μπορεί να είναι νέα αδιάβροχα ρούχα, ένα σύστημα συλλογής νερού για ένα σπίτι, ελαφριά οικοδομικά υλικά, ένας ουρανοξύστης που μπορεί να ταλαντεύεται στον άνεμο χωρίς να σπάει, κ.λπ.
2. Ζητήστε από κάθε ομάδα να κάνει καταιγισμό ιδεών για πιθανά προϊόντα για περίπου 10 λεπτά. Ζητήστε τους να γράψουν ή να ζωγραφίσουν τις ιδέες όλων που δημιουργήθηκαν κατά τη διάρκεια της διαδικασίας καταιγισμού ιδεών.
3. Ζητήστε από τις ομάδες να επιλέξουν ένα τελικό προϊόν για να το παρουσιάσουν στην τάξη. Δώστε στους μαθητές μια λίστα με κριτήρια ή περιορισμούς σχεδιασμού. Για παράδειγμα: μέγεθος, προϋπολογισμός, υλικά, πόροι, πολιτιστικό περιβάλλον κ.λπ. Αυτό βοηθά τους μαθητές να φορέσουν τα «καπέλα μηχανικής» τους. Παραδείγματα θα μπορούσαν να περιλαμβάνουν ένα από τα ακόλουθα:



- Απαιτήστε από τους μαθητές να αναπτύξουν σχέδια που βοηθούν στην επίλυση περιβαλλοντικών προβλημάτων.
 - Απαιτήστε από τους μαθητές να αναπτύξουν σχέδια που βοηθούν στην επίλυση προβλημάτων υγείας/ιατρικής.
 - Απαιτήστε από τους μαθητές να αναπτύξουν σχέδια που θα μπορούσαν να κατασκευαστούν σε μια αναπτυσσόμενη χώρα ή αγροτική περιοχή με περιορισμένους πόρους.
 - Δώστε στους μαθητές έναν υποθετικό προϋπολογισμό, όπως 100 δολάρια.
 - Απαιτήστε τα σχέδια των μαθητών να έχουν ως αποτέλεσμα μηδενικά απόβλητα, δηλαδή να χρησιμοποιούν πλήρως επαναχρησιμοποιήσιμα υλικά.
4. Δώστε σε κάθε ομάδα άλλα 10 λεπτά για να αναπτύξει τις καλύτερες ιδέες για τα τελικά προϊόντα της. Ζητήστε τους να κάνουν σκίτσα και σημειώσεις σχετικά με τα προϊόντα τους σε ένα νέο φύλλο χαρτιού. Ζητήστε από τους μαθητές να ενσωματώσουν τους περιορισμούς σχεδιασμού του εκπαιδευτικού, όπως απαιτείται.
 5. Αξιολογήστε τα διαφορετικά σχέδια για να προσδιορίσετε πόσο καλά πληρούν τα κριτήρια/περιορισμούς.
 6. Ζητήστε από κάθε ομάδα να παρουσιάσει το προϊόν της στην υπόλοιπη τάξη. Εάν οι ομάδες αισθάνονται άνετα, ζητήστε τους να σχεδιάσουν τις ιδέες τους στον πίνακα της τάξης και να απαντήσουν στις ερωτήσεις των άλλων ομάδων σχετικά με τα προϊόντα τους.
 7. Αφού όλες οι ομάδες έχουν ολοκληρώσει την παρουσίαση, καθοδηγήστε τη δραστηριότητα μετά την αξιολόγηση με τους μαθητές.



Σχήμα 5. Δύο φοιτητές κάνουν αντίστροφη μηχανική σε ένα ηλιοτρόπιο, © 2009 από τους Regents του Πανεπιστημίου του Κολοράντο

Βελτιωμένο με AR:

- Αξιοποιήστε πλατφόρμες AR όπως **Assemblr EDU** για να επιτραπεί στους μαθητές να δημιουργήσουν εικονικά πρωτότυπα σχεδίων εμπνευσμένων από τη βιολογία.
- Προσομοιώστε τη λειτουργικότητα του προϊόντος σε πραγματικό χρόνο, όπως αδιάβροχα ρούχα που μιμούνται φύλλα λωτού ή ελαφριά υλικά που έχουν σχεδιαστεί με βάση φυτικές δομές.
- Τα συνεργατικά περιβάλλοντα επαυξημένης πραγματικότητας (AR) ενθαρρύνουν την ομαδική ανταλλαγή ιδεών και ενισχύουν την επίλυση προβλημάτων με βάση την ομάδα.





Νέο Μαθησιακό Αποτέλεσμα: Οι μαθητές μαθαίνουν να γεφυρώνουν τη βιολογία και τη μηχανική σχεδιάζοντας λύσεις εμπνευσμένες από τη βιολογία με μηχανισμούς ανατροφοδότησης ενισχυμένους με επαυξημένη πραγματικότητα.

Τεχνολογίες και Μηχανισμοί στη φύση:

Ο αυτόματος έλεγχος της λειτουργίας ενός συστήματος είναι περιορισμένος εάν χρησιμοποιείται ένα απλό λογισμικό με μόνο προκαθορισμένες επιλογές. Όλο και περισσότερο, τα συστήματα γίνονται λαμπρά χρησιμοποιώντας τεχνητή νοημοσύνη, όπου οι αλγόριθμοι ελέγχου μιμούνται τη φύση. Η δημιουργία αυτών των συστημάτων λαμπρών περιλαμβάνει τη χρήση αλγορίθμων τεχνητής νοημοσύνης που παρέχουν κρίσιμες δυνατότητες ελέγχου, όπως η καταγραφή γνώσης, η αναπαράσταση και η αναδιάταξη υπό αβέβαιη κατάσταση, ο σχεδιασμός, η όραση, η παρακολούθηση προσώπου και χαρακτηριστικών, η επεξεργασία γλώσσας, η χαρτογράφηση και η πλοήγηση, η επεξεργασία φυσικής γλώσσας και η μηχανική μάθηση. Γενικά, η τεχνητή νοημοσύνη είναι ένας κλάδος της επιστήμης των υπολογιστών που μελετά τις υπολογιστικές απαιτήσεις για εργασίες όπως η αντίληψη, η αναδιάταξη και η μάθηση, ώστε να επιτρέπει την ανάπτυξη συστημάτων που εκτελούν αυτές τις δυνατότητες. Η βελτίωση της κατανόησης της ανθρώπινης νόησης επιτρέπει ολοένα και περισσότερο στους επιστήμονες να κατανοούν τις απαιτήσεις για τη νοημοσύνη γενικά και επιτρέπει την ανάπτυξη έξυπνων συσκευών, αυτόνομων πρακτόρων και συστημάτων που συνεργάζονται με τους ανθρώπους για να βελτιώσουν τις ικανότητές τους.

Πολυάριθμα παραδείγματα μηχανισμών εμπνεύστηκαν από την παρατήρηση της βιολογίας· αρκετά παραδείγματα δίνονται εδώ.

- **Γραμμικοί κινητήρες Inchworm**

Ο βιολογικός ιντζοσκώληκας είναι μια κάμπια μιας ομάδας σκόρων που ονομάζεται Geometridae, η οποία έχει έξι μπροστινά πόδια και τέσσερα πίσω πόδια. Η μίμηση του μηχανισμού κινητικότητας αυτής της προνύμφης ή κάμπιας οδήγησε στην ανάπτυξη κινητήρων και γραμμικών ενεργοποιητών γνωστών ως ιντζοσκώληκες. Αυτοί οι εμπορικά διαθέσιμοι κινητήρες κινούνται από πιεζοηλεκτρικούς ενεργοποιητές (κατασκευασμένους από εταιρείες όπως η Burleigh Instruments). Μπορούν να κινούνται με ταχύτητα περίπου 2 mm s^{-1} με ανάλυση νανόμετρων, παρέχοντας παράλληλα εκατοντάδες χιλιοστά κίνησης. Οι δυνάμεις που παράγονται από αυτούς τους κινητήρες μπορούν να φτάσουν πάνω από 30 N με μηδενική οπισθοδρόμηση και υψηλή σταθερότητα. Το μη μαγνητικό τους περιεχόμενο προσφέρει πλεονεκτήματα για εφαρμογές σε όργανα δοκιμών όπως οι μαγνητικές τομογραφίες (MRI). Σε σύγκριση με τους βιολογικούς μύες, οι πιεζοηλεκτρικά ενεργοποιούμενοι ιντζοσκώληκες έχουν μηδενική διάχυση ισχύος όταν διατηρούν τη θέση τους.

Οι μηχανισμοί Inchworm έχουν πολλές διαμορφώσεις όπου η αρχή της ενοποιητικής κίνησης χρησιμοποιεί δύο φρένα και έναν επεκτατήρα. Αυτοί οι κινητήρες εκτελούν κυκλικά βήματα όπου το πίσω φρένο σφίγγει σε έναν άξονα και ένας επεκτατήρας ωθεί το μπροστινό φρένο προς τα εμπρός. Στη συνέχεια, το μπροστινό φρένο σφίγγει τον άξονα, απελευθερώνοντας το πίσω φρένο και μαζεύοντας τον επεκτατήρα για να κινηθεί ένα βήμα προς τα εμπρός. και αυτό το βήμα μπορεί να είναι τόσο μικρό όσο 1 nm.



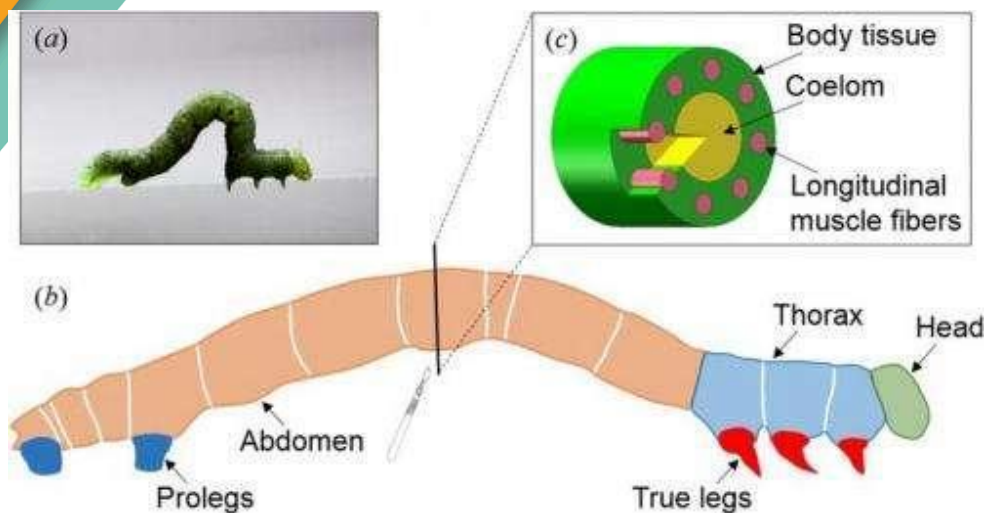


Figure 6. (a) A real inchworm, (b) side view sketch of an inchworm and (c) sketch of its main muscular structures. Credit: Wang, et al. ©2014 IOP Publishing

Στην πραγματικότητα, ως ένα έργο για μαθητές, εξερευνούν πώς η κίνηση του ιντζοσκώληκα ενέπνευσε τους πιεζοηλεκτρικούς κινητήρες, κατανοώντας τις αρχές της κινητικότητας, της αποδοτικότητας και των πρακτικών εφαρμογών του σε συσκευές όπως τα συστήματα μαγνητικής τομογραφίας.

Βελτιωμένη εστίαση με AR

Χρησιμοποιώντας την AR, οι μαθητές μπορούν:

1. Οπτικοποιήστε τη βιομηχανική της κίνησης του ιντζοσκώληκα σε 3D.
2. Προσομοιώστε πώς οι πιεζοηλεκτρικοί ενεργοποιητές αναπαράγουν αυτήν την κίνηση σε γραμμικούς κινητήρες.
3. Πρωτότυπα σχέδια κινητήρων εμπνευσμένα από τη βιοτεχνολογία, δοκιμάζοντας τη λειτουργικότητα και την αποδοτικότητά τους.

1. Οπτικοποίηση της κίνησης του Inchworm

- Εργαλείο: Χρήση **JigSpace** ή **Συγχώνευση κύβου** για να παρέχει ένα τρισδιάστατο διαδραστικό μοντέλο του σώματος και της μυϊκής δομής του ιντζοσκώληκα.
- Δραστηριότητα:

Οι μαθητές χειρίζονται το μοντέλο AR για να παρατηρήσουν πώς οι μύες του σκουληκιού συντονίζουν τις κυκλικές κινήσεις.

Οι προσομοιώσεις μπορούν να δείξουν πώς το σκουλήκι προσαρμόζει την κίνησή του σε διαφορετικές επιφάνειες, δίνοντας έμφαση στις λειτουργικές αρχές πίσω από την κινητικότητά του.





2. Προσομοίωση του μηχανισμού πιεζοηλεκτρικού κινητήρα

- Εργαλείο: Χρήση **Assemblr EDU** ή παρόμοιες πλατφόρμες για τη δημιουργία μιας τρισδιάστατης προσομοίωσης επαυξημένης πραγματικότητας (AR) πιεζοηλεκτρικών ενεργοποιητών που αναπαράγουν την κίνηση του σκουληκιού τύπου inchworm.
- Δραστηριότητα:

Οι μαθητές εξερευνούν ένα μοντέλο επαυξημένης πραγματικότητας (AR) του κινητήρα για να κατανοήσουν τον ρόλο των φρένων, των επεκτάσεων και των πιεζοηλεκτρικών ενεργοποιητών.

Οι προσομοιώσεις επιτρέπουν στους μαθητές να προσαρμόζουν μεταβλητές (π.χ. ταχύτητα κινητήρα, δύναμη ή ανάλυση) και να παρατηρούν τις επιπτώσεις τους σε πραγματικό χρόνο.

3. Δημιουργία πρωτοτύπων για κινητήρες εμπνευσμένους από τη βιολογική παραγωγή

- Εργαλείο: Αξιοποιήστε το Reality Composer ή το **Sketchfab** για πρωτοτυποποίηση με βάση την επαυξημένη πραγματικότητα.
- Δραστηριότητα:

Οι μαθητές σχεδιάζουν τους δικούς τους κινητήρες εμπνευσμένους από το inchworm χρησιμοποιώντας εργαλεία AR.

Μπορούν να δοκιμάσουν τους κινητήρες εικονικά, παρατηρώντας πώς οι προσαρμογές στη διαμόρφωση του κινητήρα επηρεάζουν την απόδοσή του (π.χ. ακρίβεια, σταθερότητα ή ενεργειακή απόδοση).

4. Εφαρμογές στον πραγματικό κόσμο με επαυξημένη πραγματικότητα (AR)

- Εργαλείο: Χρησιμοποιήστε επαυξημένη Πραγματικότητα (AR) για να προσομοιώσετε πραγματικές εφαρμογές κινητήρων σκουληκιών τύπου inchworm σε ιατρικά, βιομηχανικά ή ρομποτικά περιβάλλοντα.
- Δραστηριότητα:

Οι μαθητές μπορούν να δουν πώς λειτουργεί ο κινητήρας σε συσκευές όπως σαρωτές μαγνητικής τομογραφίας ή ρομποτικούς βραχίονες.

Οι προσομοιώσεις μπορούν να αναδείξουν τα πλεονεκτήματα των σχεδίων που εμπνέονται από τα σκουλήκια τύπου inchworm, όπως η υψηλή ακρίβεια και η χαμηλή απαγωγή ενέργειας.

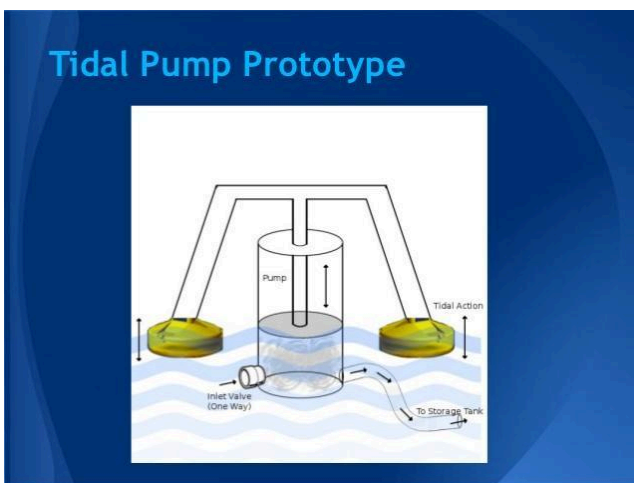


Νέα Μαθησιακά Αποτελέσματα

1. Βιομηχανική Κατανόηση: Οι μαθητές αποκτούν μια βαθύτερη κατανόηση της κίνησης του ιντζοσκώληκα και του πώς ενέπνευσε καινοτόμες μηχανικές λύσεις.
2. Συστημική Σκέψη: Η Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR) προωθεί μια ολοκληρωμένη άποψη για τις βιολογικές αρχές και τις εφαρμογές της μηχανικής.
3. Σχεδιασμός και Πειραματισμός: Οι μαθητές αναπτύσσουν και δοκιμάζουν σχέδια εμπνευσμένα από τη βιολογία σε ένα εικονικό, χωρίς κινδύνους περιβάλλον, ενθαρρύνοντας τη δημιουργικότητα και την επαναληπτική μάθηση.
4. Συνάφεια με τον Πραγματικό Κόσμο: Η Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR) καταδεικνύει τον αντίκτυπο της βιομimesis σε πρακτικά πλαίσια, καθιστώντας την μαθησιακή εμπειρία πιο ουσιαστική.

• Μηχανισμοί άντλησης

Οι μηχανισμοί άντλησης στη φύση προσφέρουν ένα εξαιρετικό μοντέλο για συσκευές άντλησης υγρών και αερίων. Η φύση χρησιμοποιεί διάφορους μηχανισμούς άντλησης που χρησιμοποιούνται επίσης σε μηχανικές αντλίες. Οι πνεύμονες αντλούν αέρα μέσα και έξω (παλιρροϊκή άντληση) μέσω της χρήσης του διαφράγματος που επιτρέπει την αναπνοή μας με την υποστήριξη των μυών μεταξύ των πλευρών. Η περισταλτική άντληση είναι μια από τις πιο συνηθισμένες μορφές άντλησης στα βιολογικά συστήματα, όπου τα υγρά συμπιέζονται προς την απαιτούμενη κατεύθυνση. Αυτή η άντληση είναι συνηθισμένη στο πεπτικό σύστημα. Η άντληση μέσω βαλβίδων και θαλάμων που αλλάζουν τον όγκο βρίσκεται στις καρδιές ανθρώπων και ζώων, με διαστολή και συστολή των θαλάμων. Η χρήση μονόδρομων βαλβίδων είναι το κλειδί για τη ροή του αίματος μέσα στις φλέβες, όπου η πίεση είναι χαμηλότερη.



Σχήμα 7. Αντλία παλίρροιας,
<https://www.slideshare.net>



Θεωρώντας αυτόν τον μηχανισμό ως έργο των μαθητών, οι μαθητές εξερευνούν φυσικούς μηχανισμούς άντλησης όπως η ανθρώπινη καρδιά ή η περισταλτική στο πεπτικό σύστημα.

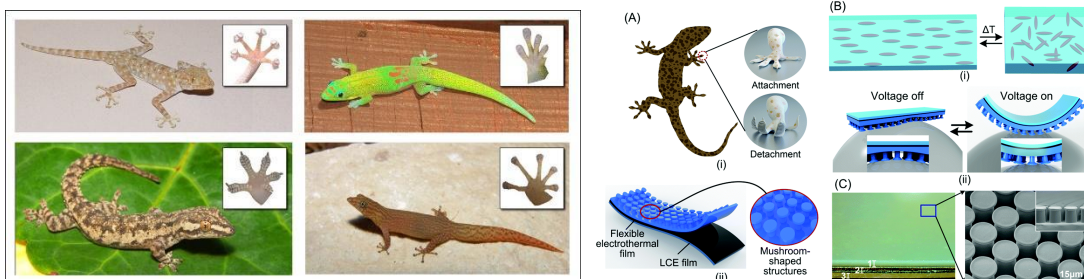
Βελτιωμένο με AR:

- Χρησιμοποιήστε εργαλεία AR όπως **Συγχώνευση κύβου** να δημιουργήσουν διαδραστικά τρισδιάστατα μοντέλα βιολογικών αντλιών, επιτρέποντας στους μαθητές να εξερευνήσουν την ανατομία και τη λειτουργικότητά τους.
- Οι προσομοιώσεις μπορούν να καταδείξουν τη δυναμική των ρευστών, δείχνοντας πώς οι μονόδρομες βαλβίδες και οι διαφορές πίεσης επιτρέπουν την αποτελεσματική μεταφορά ρευστών.
- Οι μαθητές μπορούν να σχεδιάσουν εικονικά πρωτότυπα αντλιών εμπνευσμένων από τη βιοτεχνολογία για εφαρμογές όπως ιατρικές συσκευές ή συστήματα άρδευσης.

Νέο Μαθησιακό Αποτέλεσμα Οι φοιτητές αποκτούν βαθύτερη κατανόηση της μηχανικής των ρευστών και της μετατροπής της σε αποτελεσματικές τεχνολογικές λύσεις.

• Ελεγχόμενη πρόσφυση

Η ελεγχόμενη υγρή ή ξηρή προσκόλληση επιτυγχάνεται από πολλούς οργανισμούς. Χρησιμοποιώντας μια εξαιρετικά ινιδώδη μικροδομή, το *Hemisphaerota cyanea* (ένα σκαθάρι) χρησιμοποιεί υγρή προσκόλληση που βασίζεται στην τριχοειδή αλληλεπίδραση. Από την άλλη πλευρά, το γκέκο επιδεικνύει αξιοσημείωτη ξηρή προσκόλληση χρησιμοποιώντας δυνάμεις van der Waals. Παρόλο που αυτές οι δυνάμεις παρέχουν χαμηλή εγγενή ενέργεια ($\sim 50 \mu\text{ J } \mu\text{ m}^{-2}$), η αποτελεσματική τοπική εφαρμογή τους επιτρέπει την αξιοσημείωτη ικανότητα (Autumn et al 2002). Χρησιμοποιώντας αυτόν τον μηχανισμό πρόσφυσης, το γκέκο μπορεί να τρέχει σε γυαλισμένο γυαλί με ταχύτητα περίπου 1 m s^{-1} και να στερεώνει το σώμα του στον τοίχο χρησιμοποιώντας ένα μόνο δάχτυλο για να υποστηρίξει το βάρος του σώματός του. Αυτή η ικανότητα ώθησε προσπάθειες για μίμηση του μηχανισμού πρόσφυσης του γκέκο και αναφέρθηκε κάποια περιορισμένη επιτυχία. Τέτοια έρευνα διεξήχθη από τους Autumn και Peattie (2003) οι οποίοι ανέπτυξαν ένα μοντέλο τεχνητής άκρης με τρίχες ποδιών για μια ξηρή, αυτοκαθαριζόμενη κόλλα που λειτουργεί κάτω από το νερό και σε αδειάζω.



Σχήμα 8. Προδιαγραφή πρόσφυσης του Gecko, (Hongmiao Tian&all, 2020)



Ως έργο για μαθητές, αυτό το παράδειγμα μπορεί να εξεταστεί από τους μαθητές για να μάθουν πώς τα γκέκο προσκολλώνται στις επιφάνειες και να σκεφτούν τρόπους για να μιμηθούν αυτή τη λειτουργία.

Βελτιωμένο με AR:

- Χρησιμοποιήστε **Συνθέτης Πραγματικότητας** παρόμοια εργαλεία που θα επιτρέπουν στους μαθητές να οπτικοποιούν τις δομές των ποδιών ενός γκέκο σε μικροσκοπική κλίμακα σε επαυξημένη Πραγματικότητα (AR).
- Οι διαδραστικές προσομοιώσεις μπορούν να δείξουν πώς οι δυνάμεις van der Waals επιτρέπουν την πρόσφυση, ακόμη και σε λείες επιφάνειες.
- Οι μαθητές μπορούν να δοκιμάσουν και να προσαρμόσουν εικονικά σχέδια εμπνευσμένα από την προσκόλληση του γκέκο, όπως ρομποτική ή ιατρικές συσκευές.

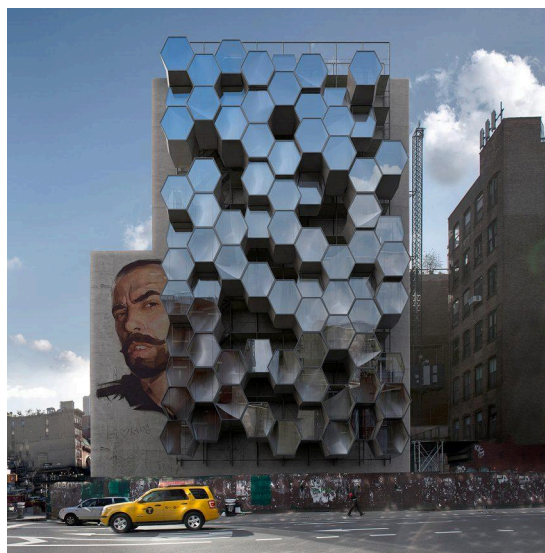
Νέο Μαθησιακό Αποτέλεσμα Οι μαθητές κατανοούν την επιστήμη πίσω από την πρόσφυση και τις δυνατότητές της για καινοτόμο επίλυση προβλημάτων, όπως η δημιουργία ασφαλέστερου εξοπλισμού αναρρίχησης ή υποβρύχιων συγκολλητικών.

- **Κηρήθρα**

Η κηρήθρα κατασκευάζεται από μέλισσες σε απόλυτο σκοτάδι και αποτελείται από μια τέλεια εξαγωνική κυψελοειδή δομή που προσφέρει ένα βέλτιστο σχήμα συσκευασίας. Για τις μέλισσες, η γεωμετρία καλύπτει την ανάγκη τους για κατασκευή μιας δομής που παρέχει τη μέγιστη δυνατή σταθερή συγκράτηση (μέλι, προνύμφες) χρησιμοποιώντας την ελάχιστη ποσότητα υλικού. Για τους ίδιους λόγους, η κηρήθρα είναι μια ιδανική δομή για την κατασκευή επιφανειών ελέγχου ενός αεροσκάφους και μπορεί να βρεθεί στην πτέρυγα, τους ανελκυστήρες, την ουρά, το δάπεδο και πολλά άλλα μέρη που χρειάζονται αντοχή και μεγάλες διαστάσεις διατηρώντας παράλληλα χαμηλό βάρος.



Σχήμα 10.3D Εκτυπωμένο «Homed» από την Framlab
Προσφέρει Καταφύγιο για τους Αστέγους της Νέας
Υόρκης σύμφωνα με το honeycomb.
<https://www.dezeen.com>





Ερμηνεύοντας αυτήν την ιδέα ως μαθητική εργασία, οι μαθητές μελετούν τη γεωμετρία της κηρήθρας για να κατανοήσουν την αντοχή της και την αποδοτικότητα του υλικού.

Βελτιωμένο με AR:

- Χρησιμοποιήστε εργαλεία AR όπως **Sketchfab** να παρέχει καθηλωτικές εμπειρίες κατασκευών σε σχήμα κηρήθρας, επιτρέποντας στους μαθητές να αναλύσουν πώς η γεωμετρία τους βελτιστοποιεί τη χρήση χώρου και υλικών.
- Για να καταδειχθεί η άμεση χρησιμότητα αυτών των αρχών, προσομοιώστε εφαρμογές του πραγματικού κόσμου, όπως αρχιτεκτονικά σχέδια εμπνευσμένα από την κηρήθρα ή εξαρτήματα αεροπλάνων, στην επταυξημένη Πραγματικότητα (AR).

Νέο Μαθησιακό Αποτέλεσμα Οι μαθητές συνδέουν τη δομική αποτελεσματικότητα των φυσικών σχεδίων με τις βιώσιμες μηχανικές και αρχιτεκτονικές πρακτικές.

Εξέταση βιομιμητικών για πλανητική εφαρμογή:

Για μελλοντικές εφαρμογές εξερεύνησης του διαστήματος, η βιομιμητική προσφέρει μια συλλογή εννοιών που μπορούν ενδεχομένως να χρησιμοποιηθούν για την ενεργοποίηση νέων τεχνολογιών και την ενίσχυση των διαθέσιμων δυνατοτήτων. Για να αξιοποιηθούν τα πιθανά οφέλη για μελλοντικές αποστολές της NASA που μπορούν να αποκομιστούν από τη μίμηση της φύσης. Ως πιθανή εφαρμογή αυτών των υλικών, μπορεί κανείς να προβλέψει τη διαθεσιμότητα ισχυρών και ανθεκτικών τεχνητών μυών βασισμένων στο EAP.¹ Τα υλικά αυτά μπορεί να μας επιτρέψουν τα επόμενα χρόνια να κατασκευάσουμε βιομιμητικά ρομπότ με πόδια που μπορούν να τρέχουν τόσο γρήγορα όσο ένα τσιτάχ, να μεταφέρουν μάζα σαν άλογο, να σκαρφαλώνουν απότομους βράχους σαν γκέκο, να αναδιαμορφώνουν το σώμα τους σαν χταπόδι, να πετούν σαν πουλί και να σκάβουν σήραγγες σαν γόφερ. Πρόκειται για ένα απίστευτο όραμα για ρομπότ που μπορούν ενδεχομένως να χρησιμοποιηθούν για την εξερεύνηση πλανητών στο σύμπαν και μπορεί να οδηγήσει σε μελλοντικές εξελίξεις.

Σχέδια πλανητικών αποστολών που βασίζονται σε ένα σενάριο για τη λειτουργία του ρομπότ ακολουθώντας ιδέες επιστημονικής φαντασίας. Ορισμένες από τις εργασίες που μπορεί να χρειαστεί να εκτελέσουν τέτοια ρομπότ περιλαμβάνουν την αυτόνομη λειτουργία για την ανίχνευση νερού, διαφόρων πόρων και πιθανώς βιολογικών δεικτών στην αναζήτηση ζωής στο παρελθόν ή στο παρόν ή ακόμη και την κατασκευή εγκαταστάσεων για μελλοντικά ανθρώπινα ενδιαφέροντα. Μόλις τέτοια ρομπότ γίνουν επαρκώς αξιόπιστα για να λειτουργούν στο σκληρό περιβάλλον του διαστήματος, θα είναι σε θέση να λειτουργούν ως ανθρώπινα υποκατάστατα στην εκτέλεση εργασιών που απαιτούν ανθρώπινες ικανότητες χωρίς να εκθέτουν πραγματικά άτομα σε περιττούς κινδύνους.

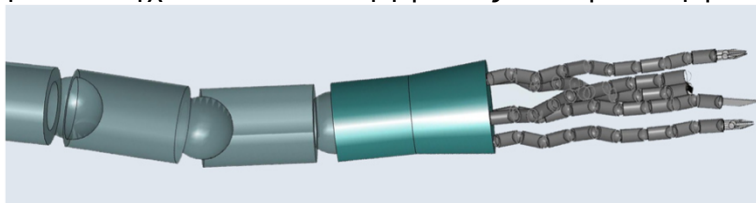
¹ Τα ηλεκτροενεργά πολυμερή, ή EAP, είναι πολυμερή που εμφανίζουν αλλαγή στο μέγεθος ή το σχήμα τους όταν διεγείρονται από ένα ηλεκτρικό πεδίο. Οι πιο συνηθισμένες εφαρμογές αυτού του τύπου υλικού είναι σε ενεργοποιητές και αισθητήρες.



Οι διαστημικές εφαρμογές είναι από τις πιο απαιτητικές όσον αφορά την σκληρότητα των συνθηκών λειτουργίας, απαιτώντας υψηλό επίπεδο στιβαρότητας και ανθεκτικότητας. Η δημιουργία βιομιμητικής ικανότητας με χρήση ηλεκτροενεργού υλικού θα επιτρέψει ενδεχομένως στη NASA να διεξάγει αποστολές σε άλλους πλανήτες χρησιμοποιώντας ρομπότ που μιμούνται την ανθρώπινη λειτουργία πριν από την προσεδάφιση ανθρώπων. Γενικά, οι απαιτήσεις και οι προκλήσεις που σχετίζονται με την κατασκευή υλικού με βάση την αναδυόμενη τεχνολογία για διαστημικές πτήσεις είναι πολύ δύσκολο να ξεπεραστούν.

Ωστόσο, δεδομένου ότι τέτοιες εφαρμογές συνήθως περιλαμβάνουν την παραγωγή μόνο μικρών παρτίδων, μπορούν να παρέχουν μια σημαντική οδό για την εισαγωγή και τον πειραματισμό με νέους ενεργοποιητές και συσκευές. Αυτό έρχεται σε αντίθεση με τις εμπορικές εφαρμογές, για τις οποίες τα ζητήματα μαζικής παραγωγής, η καταναλωτική ζήτηση και το κόστος ανά μονάδα μπορούν να είναι κρίσιμα για τη μεταφορά της τεχνολογίας στην πρακτική χρήση. Γενικά, η κατασκευή βιολογικά εμπνευσμένων ρομπότ που κινούνται από ενεργοποιητές EAP μπορεί να έχει δυνατότητες που είναι ανώτερες από τα φυσικά πλάσματα, καθώς αυτά τα ρομπότ δεν περιορίζονται από τις ανάγκες εξέλιξης και επιβίωσης που είναι κρίσιμες για τα βιολογικά πλάσματα. Ο Bar-Cohen και οι συνεργάτες του κατασκεύασαν έναν μικροσκοπικό ρομποτικό βραχίονα που ανυψώθηκε από έναν ενεργοποιητή EAP που βασίζεται σε κυλινδρικό διηλεκτρικό ελαστομερές και λειτουργούσε ως γραμμικός ενεργοποιητής. Η τηλεπαρουσία σε συνδυασμό με την εικονική πραγματικότητα χρησιμοποιώντας απτική διεπαφή προσφέρει μια άλλη σημαντική δυνατότητα για διαστημικές εφαρμογές, ιδίως για την αποφυγή της άμεσης επαφής των ανθρώπων με επικίνδυνες συνθήκες.

Ένα νέο σχέδιο επινοήθηκε από τον Bar-Cohen και την ερευνητική του ομάδα, όπου ένας ελάχιστος επεμβατικός ρομποτικός βραχίονας ως χειρουργικό εργαλείο μπορεί να κατασκευαστεί σε διαμόρφωση χταποδιού με πλοκάμια πολλαπλών βαθμών ελευθερίας εξοπλισμένα με διάφορα εργαλεία. Για την υλοποίηση μιας τέτοιας δυνατότητας, εξετάστηκε ένας συνδυασμός EAP ως ενεργοποιητών και ηλεκτροεολογικών ρευστών (ERFs) όπου η ακαμψία ενός τέτοιου εύκαμπτου ρομποτικού βραχίονα μπορεί να ελεγχθεί και να λειτουργήσει ως απτική διεπαφή.



Σχήμα 17. Γραφική όψη καθετήρα με διαμόρφωση χταποδιού για χειρουργικές εφαρμογές. (Bar-Cohen, 2006)

Το Εξέταση της Βιομιμητικής για Πλανητική Εφαρμογή Το έργο, το οποίο οραματίζεται βιομιμητικά ρομπότ για την εξερεύνηση του διαστήματος, μπορεί επίσης να βελτιωθεί σημαντικά με εργαλεία επαυξημένης πραγματικότητας (AR). Ενσωματώνοντας την επαυξημένη πραγματικότητα (AR), οι μαθητές και οι ερευνητές μπορούν να προσομοιώνουν, να οπτικοποιούν και να πειραματίζονται με βιοεμπνευσμένες ρομποτικές έννοιες, βελτιώνοντας την κατανόηση και τη δημιουργικότητά τους στο σχεδιασμό λύσεων για σκληρά πλανητικά περιβάλλοντα.





Το έργο διερευνά βιομιμητικές έννοιες, όπως τεχνητούς μύες, αναρρίχηση τύπου γκέκο και αναδιαμόρφωση τύπου χταποδιού, για τη δημιουργία ρομπότ που μπορούν να λειτουργούν σε σκληρές πλανητικές συνθήκες.

Βελτιωμένη εστίαση με AR:

Χρησιμοποιώντας την AR, οι μαθητές μπορούν:

1. Οπτικοποιήστε την κίνηση και την προσαρμοστικότητα των βιομιμητικών σχεδίων σε ακραία περιβάλλοντα.
2. Προσομοιώστε εργασίες όπως η ανίχνευση πόρων ή η κατασκευή οικοτόπων σε άλλους πλανήτες.
3. Δημιουργήστε πρωτότυπα και δοκιμάστε βιοεμπνευσμένα ρομπότ σε εικονικές προσομοιώσεις πλανητικών συνθηκών.

1. Εξερευνώντας τη Βιομιμητική Κίνηση

- **Εργαλείο:** Χρήση JigSpace ή Assemblr EDU να παρέχει τρισδιάστατα μοντέλα επαυξημένης πραγματικότητας (AR) βιομιμητικών ρομπότ εμπνευσμένα από τσιτάχ, γκέκο ή χταπόδια.
- **Δραστηριότητα:**

Οι μαθητές χειρίζονται μοντέλα AR για να παρατηρήσουν πώς οι βιολογικές προσαρμογές (π.χ. προσκόλληση γκέκο ή ταχύτητα τσιτάχ) μεταφράζονται σε ρομποτικές λειτουργίες.

Προσομοιώστε κινήσεις όπως αναρρίχηση σε γκρεμούς ή αναδιαμόρφωση σχημάτων για διαφορετικές εργασίες.

2. Προσομοίωση Εφαρμογών Διαστήματος

- **Εργαλείο:** Μόχλευση Συγχώνευση κύβου για τη δημιουργία περιβαλλόντων επαυξημένης πραγματικότητας (AR) που αναπαράγουν πλανητικές επιφάνειες, όπως ο Άρης ή η Σελήνη.
- **Δραστηριότητα:**

Οι μαθητές δοκιμάζουν ρομπότ που βασίζονται σε επαυξημένη Πραγματικότητα (AR) σε εικονικά εδάφη με προσομοιωμένες περιβαλλοντικές προκλήσεις, όπως χαμηλή βαρύτητα ή ακραίες θερμοκρασίες.

Οπτικοποιήστε πώς οι τεχνητοί μύες και τα βιομιμητικά σχέδια επιτρέπουν εργασίες όπως η εξόρυξη πόρων ή η συναρμολόγηση οικοτόπων.

3. Πρωτότυπα Ρομπότ με Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR)

- **Εργαλείο:** Χρήση Συνθέτης Πραγματικότητας να επιτρέψουν στους μαθητές να σχεδιάζουν και να τροποποιούν ρομποτικά εξαρτήματα εμπνευσμένα από τη βιολογία.





- **Δραστηριότητα:**

Οι μαθητές κατασκευάζουν πρωτότυπα ρομποτικών βραχιόνων με ενεργοποιητές EAP ή μηχανισμούς αναρρίχησης εμπνευσμένους από γκέκο.

Προσομοιώστε τον τρόπο με τον οποίο αυτά τα σχέδια χειρίζονται συγκεκριμένες εργασίες, όπως η συλλογή δειγμάτων ή η κατασκευή αρθρωτών οικοτόπων.

4. Προκλήσεις Συνεργατικού Σχεδιασμού

- **Εργαλείο:** Χρήση **CoSpaces Edu** για προσομοιώσεις AR που βασίζονται σε ομάδες.
- **Δραστηριότητα:**

Οι ομάδες σχεδιάζουν πολυλειτουργικά ρομπότ που συνδυάζουν πολλαπλές βιομιμητικές αρχές (π.χ., ένα βραχίονα αναρρίχησης εμπνευσμένο από γκέκο και έναν μηχανισμό τρεξίματος εμπνευσμένο από τσιτάχ).

Χρησιμοποιήστε την επαυξημένη Πραγματικότητα (AR) για να οπτικοποιήσετε και να βελτιώσετε αυτά τα σχέδια σε συνεργασία, παρουσιάζοντας τις δυνατότητες των ρομπότ τους σε μια προσομοιωμένη πλανητική αποστολή.

Σύναψη

Η ενσωμάτωση της βιομιμητικής στις εκπαιδευτικές πρακτικές προσφέρει στους μαθητές μια μοναδική ευκαιρία να εξερευνήσουν τη διασταύρωση της βιολογίας, της μηχανικής και του σχεδιασμού, ενθαρρύνοντας τη δημιουργικότητα και την καινοτομία. Η ενσωμάτωση εργαλείων Επαυξημένης Πραγματικότητας (AR) καθιστά τη μάθηση πιο καθηλωτική, διαδραστική και ελκυστική. Αυτά τα εργαλεία επιτρέπουν στους μαθητές να οπτικοποιούν πολύπλοκα βιολογικά συστήματα, να προσομοιώνουν εφαρμογές πραγματικού κόσμου και να δημιουργούν πρωτότυπα βιο-εμπνευσμένων λύσεων σε δυναμικά εικονικά περιβάλλοντα.

Αυτή η εκπαιδευτική ενότητα έχει δομηθεί για να καθοδηγήσει τους εκπαιδευόμενους στις φάσεις Εξερεύνησης, Εκτέλεσης και Βελτίωσης, διασφαλίζοντας μια ολοκληρωμένη προσέγγιση στην κατανόηση και εφαρμογή των αρχών της βιομιμητικής. Στη φάση Εξερεύνησης, οι μαθητές οικοδομούν θεμελιώδεις γνώσεις βιοεμπνευσμένων εννοιών και χρησιμοποιούν την Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR) για την οπτικοποίηση βιολογικών μοντέλων. Η φάση Εκτέλεσης δίνει έμφαση σε πρακτικά έργα, στη συνεργατική επίλυση προβλημάτων και στην ανατροφοδότηση σε πραγματικό χρόνο μέσω προσομοιώσεων Επαυξημένης Πραγματικότητας (AR). Τέλος, η φάση Βελτίωσης εισάγει προηγμένες στρατηγικές μάθησης, όπως η παιχνιδοποίηση και οι αξιολογήσεις που βασίζονται στην Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR), για την εμπάθυνση της κατανόησης και την ενθάρρυνση της καινοτομίας.

Ο παρακάτω πίνακας συνοψίζει τα βασικά στοιχεία κάθε φάσης, περιγράφοντας λεπτομερώς τον τρόπο με τον οποίο ενσωματώνονται τα εργαλεία AR για την υποστήριξη των μαθησιακών στόχων. Ενσωματώνοντας αυτόν τον πίνακα στην εκπαιδευτική ενότητα, οι εκπαιδευτικοί και οι μαθητές μπορούν εύκολα να ανατρέξουν στο πλαίσιο και να εκτιμήσουν τον μετασχηματιστικό ρόλο της AR στην εκπαίδευση βιομιμητικής.





Φάση	Περιγραφή
Εξερευνώ	- Έρευνα και Ανακάλυψη Οι μαθητές ασχολούνται με θεμελιώδεις έννοιες της βιομημητικής, εξερευνώντας βιολογικές αρχές όπως η προσαρμογή μορφής-λειτουργίας και η βελτιστοποίηση μέσω φυσικών διεργασιών.
	- Ανάπτυξη Περιεχομένου Διαδραστικά εργαλεία επαυξημένης πραγματικότητας (AR) όπως το JigSpace παρέχουν τρισδιάστατα μοντέλα (π.χ. μικροδομή φύλλου λωτού, γεωμετρία κηρήθρας) για την οπτικοποίηση εννοιών και τη συσχέτισή τους με τεχνικές εφαρμογές.
	- Ανάλυση Αναγκών Εκπαιδευτικοί και μαθητές αναλύουν τις προκλήσεις στην αφαίρεση βιολογικών στρατηγικών για εφαρμογές μηχανικής.
Εκτελώ	- Εφαρμογή Προγράμματος Σπουδών Τα μαθήματα περιλαμβάνουν έργα όπως αντίστροφη μηχανική λουλουδιών ή σχεδιασμό ρομπότ εμπνευσμένων από τη βιολογία.
	- Διαδραστικές Ασκήσεις Εργαλεία που βασίζονται στην επαυξημένη πραγματικότητα (AR) όπως το Assemblr EDU χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία πρωτοτύπων και τις προσομοιώσεις. Για παράδειγμα, οι μαθητές σχεδιάζουν εικονικά εργαλεία αναρρίχησης εμπνευσμένα από γκέκο ή προσομοιώνουν γραμμικούς ενεργοποιητές εμπνευσμένους από ιντσοσκώληκες.
	- Συλλογή σχολίων : Οι εκπαιδευτικοί συλλέγουν πληροφορίες από έργα εμπλουτισμένα με επαυξημένη πραγματικότητα (AR), εστιάζοντας στο πώς η επαυξημένη πραγματικότητα (AR) βελτιώνει την κατανόηση και την εμπλοκή.
Επαυξάνω	- Ενσωμάτωση AR Εισαγωγή οπτικοποιήσεων ενισχυμένων με επαυξημένη πραγματικότητα (AR) για προηγμένες έννοιες βιομημητισμού, όπως ρομποτικές προσομοιώσεις εμπνευσμένες από γκέκο ή τσιτάχ.
	- Διαδραστική Μάθηση : Οι μαθητές εξερευνούν εφαρμογές σε πλανήτες, δοκιμάζοντας μοντέλα βασισμένα σε επαυξημένη Πραγματικότητα (AR) για ρομπότ σε ακραία περιβάλλοντα όπως ο Άρης. Συνεργατικά εργαλεία όπως το CoSpaces Edu διευκολύνουν την ομαδική εργασία στο σχεδιασμό πολυλειτουργικών ρομπότ.
	- Παιχνιδοποιημένο Περιεχόμενο : Οι πόντοι, τα badges και οι πίνακες κατάταξης ενσωματώνονται σε προσομοιώσεις AR (π.χ., συλλογή ανταμοιβών για την επίλυση προκλήσεων σχεδιασμού βιομημητισμού).
	- Αξιολογήσεις που βασίζονται σε AR : Οι αξιολογήσεις με δυνατότητα επαυξημένης πραγματικότητας (AR) επιτρέπουν στους μαθητές να επιδεικνύουν εφαρμογές βιομημητισμού διαδραστικά, όπως η προσομοίωση περιβαλλοντικών προσαρμογών ή η δοκιμή βιοεμπνευσμένων πρωτοτύπων.





Αναφορές:

Autumn K και Peattie A M 2003 Μηχανισμοί προσκόλλησης σε γκέκο J. Integr. Comp. Biol. 42 1081–90.

Autumn K, Sitti M, Liang Y A, Peattie A M, Hanen W R, Sponberg S, Kenny T W, Fearing R, Israelachvili J N και Full R J 2002 Τα στοιχεία για την προσκόλληση του van der Waals από τρίχες ποδιών γκέκο εμπνέουν το σχεδιασμό συνθετικής κόλλας Proc. Natl Acad. Sci. USA 99 12252–6.

Benyus, Janine M. Βιομιμητισμός: Καινοτομία εμπνευσμένη από τη φύση. Νέα Υόρκη, Νέα Υόρκη: William Morrow and Company, Inc., 1997.

Ciloglu.T, Ustun.A.B. 2023. Οι επιπτώσεις της επαυξημένης πραγματικότητας μέσω κινητού-βασισμένη στην εμπειρία μάθησης της βιολογίας στο κίνητρο και τον εαυτό των μαθητών-Αποτελεσματικότητα και Στάσεις στην Ηλεκτρονική Μάθηση.<https://doi.org/10.1007/s10956-023-10030-7>

Dzenis Y 2004 Κλώση συνεχών ινών για νανοτεχνολογία Science 304 1917–9.

Hwang J, Jeong Y, Park JM, Lee KH, Hong JW, Choi J.2015. Βιομιμητική: πρόβλεψη του μέλλοντος της επιστήμης, της μηχανικής και της ιατρικής. DOI:<https://doi.org/10.2147/IJN.S83642>.

Helena Hashemi Farzaneh. 2019. Ένας πρακτικός οδηγός για βιο-εμπνευσμένο σχεδιασμό, <https://doi.org/10.1007/978-3-662-57684-7>, ISBN 978-3-662-57683-0.

Hongmiao Tian, Haoran Liu, λογότυπο Jinyou Shao ORCID, Shuai Li, Xiangming Li και Xiaoming Chen. 2020. Μια ηλεκτρικά ενεργή μαλακή λαβίδα με εφέ γκέκο υπό χαμηλή τάση, μιμούμενη τις συγκολλητικές δομές και τους μύες των δακτύλων του γκέκο. DOI: 10.1039/D0SM00787K.

Keto JE (1960) Βιονική - νέα σύνορα της τεχνολογίας μέσω της συγχώνευσης των βιοεπιστημών και των φυσιοεπιστημών (κεντρική ομιλία). Στο: Robinette JC (επιμ.) Συμπόσιο Βιονικής: Ζωντανά πρωτότυπα - το κλειδί για τη νέα τεχνολογία, σελ. 7–12.

Lukosch.S, Billinghamst.M, Alem.L, Kiyokawa.K. 2015.Συνεργασία στην επαυξημένη πραγματικότητα. DOI 10.1007/s10606-015-9239-0

Mansour.N, Aras.C, Staarman.J.K, Bader.S, Alotaibi.M. 2024. Ενσωματωμένη μάθηση επιστημονικών εννοιών μέσω τεχνολογίας επαυξημένης πραγματικότητας.<https://doi.org/10.1007/s10639-024-13120-0>

Nachtigall W, Wisser A (2015) Βιονική με παραδείγματα: 250 σενάρια από την κλασική έως τη σύγχρονη εποχή. Springer, Cham, Χαϊδελβέργη, Νέα Υόρκη, Ντόρντρεχτ, Λονδίνο.





Nilsson, S., Johansson, B., Jönsson, A., (2008), Σχεδιασμός Επαυξημένης Πραγματικότητας για Συνεργασία, Πρακτικά του 7ου Διεθνούς Συνεδρίου ACM SIGGRAPH για το Συνεχές Εικονικής Πραγματικότητας και τις Εφαρμογές του στη Βιομηχανία, VRCAI 2008.<https://doi.org/10.1145/1477862.1477920>

Shin.T.J, Jennings.C, Ed.D. 2013. ΕΠΑΥΞΗΜΕΝΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ: Ο ΝΕΟΣ ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΕΠΑΥΞΗΜΕΝΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ. ΣΥΜΠΟΣΙΟ

ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ IDSA
2013,[https://www.idsa.org/wp-content/uploads/Shin_Ted-Paper AUGMENTED REALITY AND DESIGN PROCESS.pdf?utm_source=chatgpt.com](https://www.idsa.org/wp-content/uploads/Shin_Ted-Paper_AUGMENTED_REALITY_AND_DESIGN_PROCESS.pdf?utm_source=chatgpt.com)

Subran.S, Diyana Mahmud.S.N. 2024. Τεχνολογία Επαυξημένης Πραγματικότητας (AR) στη Βιολογία και την Εκπαίδευση στις Βιοεπιστήμες: Μια Συστηματική Ανασκόπηση Βιβλιογραφίας (SLR). DOI:10.6007/IJARPED/v13-i1/20455

Ινστιτούτο Βιομιμητικής, «Εμπνέοντας, εκπαιδεύοντας και συνδέοντας τη βιομιμητική σε όλο τον κόσμο», 2007-2009. Πρόσβαση στις 5 Αυγούστου 2009.<http://www.biomimicryinstitute.org>. Πνευματικά δικαιώματα© 2009 από τους Regents του Πανεπιστημίου του Κολοράντο.

Yoseph Bar-Cohen. 2012. Βιομιμητική: Καινοτομία βασισμένη στη φύση, Taylor & Francis Group.

Yoseph Bar-Cohen. 2006. Βιομιμητική—χρήση της φύσης για την έμπνευση της ανθρώπινης καινοτομίας. CA 91109-8099, ΗΠΑ.

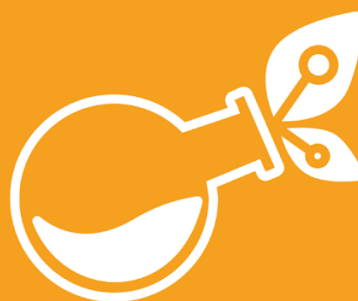
Vardar-Ulu.D, Ragab.S.E, Agrawal.S, Dutta.S .2024. Χρήση επαυξημένης πραγματικότητας σε μοριακές μελέτες περιπτώσεων για την ενίσχυση της εξερεύνησης της βιομοριακής δομής-λειτουργίας σε προπτυχιακές τάξεις.<https://doi.org/10.1128/jmbe.00019-24>

Wei Wang, et al. «Μετακίνηση ρομπότ εμπνευσμένου από ινσοσκώληκα κατασκευασμένου από έξυπνο μαλακό σύνθετο υλικό (SSC).» Bioinspiration & Biomimetics. DOI: 10.1088/1748-3182/9/4/046006.





Co-funded by
the European Union



BIOS4YOU AR 2.0

BIO-INSPIRED STEM TOPICS FOR ENGAGING YOUNG GENERATIONS
THANKS TO THE USE OF AUGMENTED REALITY



Project Number: KA220-BW-23-30-126516

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.