



Biomimicry Design for Sustainability Skills in VET

KA220-VET-00620D4B

KA220-VET - Cooperation Partnerships in Vocational Education and Training

D3.3 Εγχειρίδιο χρήσης για εκπαιδευτικούς



**Co-funded by
the European Union**

Χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Ωστόσο, οι απόψεις και οι γνώμες που εκφράζονται είναι αποκλειστικά του/των συγγραφέα/ων και δεν αντικατοπτρίζουν απαραίτητα εκείνες της Ευρωπαϊκής Ένωσης ή του Ευρωπαϊκού Εκτελεστικού Οργανισμού Εκπαίδευσης και Πολιτισμού (EACEA). Ούτε η Ευρωπαϊκή Ένωση ούτε ο EACEA μπορούν να θεωρηθούν υπεύθυνοι για αυτές.

Πληροφορίες εγγράφου	
Αναφορά έργου	2023-1-EL01-KA220-VET-000158477
Παραδοτέο	D3.3 Εγχειρίδιο χρήσης για εκπαιδευτικούς
Επίπεδο διάδοσης	Δημόσιο
Ημερομηνία	28/2/2025
Έκδοση εγγράφου	1
Κατάσταση	Τελική
Κοινή χρήση	CC-BY-NC-ND
Συγγραφείς	Stella Regoli, Stella Regoli, Etudes Et Chantiers Corsica Hariklia Tsalapatas, University of Thessaly
Κριτές	Ahu Sismek, Yakacik Mesleki Ve Teknik Anadolu Lisesi Ioana Stefan, Advanced Technology Systems



Co-funded by
the European Union

Χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Ωστόσο, οι απόψεις και οι γνώμες που εκφράζονται είναι αποκλειστικά του/των συγγραφέα/ων και δεν αντικατοπτρίζουν απαραίτητα εκείνες της Ευρωπαϊκής Ένωσης ή του

Ευρωπαϊκού Εκτελεστικού Οργανισμού Εκπαίδευσης και Πολιτισμού (EACEA). Ούτε η Ευρωπαϊκή Ένωση ούτε ο EACEA μπορούν να θεωρηθούν υπεύθυνοι για αυτές.

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ

Konstantina Vlachoutsou, University of Thessaly

Olivier Heidmann, University of Thessaly

Christina Taka, University of Thessaly

Dimitris Ziogas, University of Thessaly

Konstantinos Katsimentes, University of Thessaly

Sotiris Evaggelou, University of Thessaly

Apostolos Fotopoulos, University of Thessaly

Antoniu Stefan, ATS

Ancuța Georghe, ATS

Carlos Vaz de Carvalho, Virtual Campus

Laura Trevisan, Infodef



Co-funded by
the European Union

Χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Ωστόσο, οι απόψεις και οι γνώμες που εκφράζονται είναι αποκλειστικά του/των συγγραφέα/ων και δεν αντικατοπτρίζουν απαραίτητα εκείνες της Ευρωπαϊκής Ένωσης ή του

Ευρωπαϊκού Εκτελεστικού Οργανισμού Εκπαίδευσης και Πολιτισμού (EACEA). Ούτε η Ευρωπαϊκή Ένωση ούτε ο EACEA μπορούν να θεωρηθούν υπεύθυνοι για αυτές.

Πίνακας περιεχομένων

Συντελεστές	3
Πίνακας περιεχομένων	4
1.	6
2.	8
3.	9
3.1 Τι είναι η βιομίμηση;	9
3.2 Σημασία της βιομίμησης στην εκπαίδευση ΕΕΚ	10
3.3 Βιομίμηση στην πράξη	11
3.3.1 Βασικές αρχές βιομίμησης	12
3.3.2 Περιπτωσιολογικές μελέτες και παραδείγματα σε διάφορους τομείς	13
3.3.3 Προκλήσεις και λύσεις εμπνευσμένες από τη φύση	14
4. Μεθοδολογίες και πλαίσια μάθησης	17
4.1 PBL και βιομίμηση	17
4.1.1 Σύγκριση PBL και βιομίμησης	17
4.1.2 Ενσωμάτωση της βιομίμησης στην PBL	19
4.1.3 Διευκόλυνση της συνεργατικής μάθησης	20
4.2 ΑΣ ΜΙΜΗΘΟΥΜΕ το πρακτικό πλαίσιο μάθησης βιομίμησης	21
4.2.1 Μαθησιακά αποτελέσματα και ικανότητες	21
4.2.2 Εφαρμογή καινοτόμων παιδαγωγικών προσεγγίσεων LET's MIMIC	25



Co-funded by
the European Union

Χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Ωστόσο, οι απόψεις και οι γνώμες που εκφράζονται είναι αποκλειστικά του/των συγγραφέα/ων και δεν αντικατοπτρίζουν απαραίτητα εκείνες της Ευρωπαϊκής Ένωσης ή του

Ευρωπαϊκού Εκτελεστικού Οργανισμού Εκπαίδευσης και Πολιτισμού (EACEA). Ούτε η Ευρωπαϊκή Ένωση ούτε ο EACEA μπορούν να θεωρηθούν υπεύθυνοι για αυτές.

4.2.3 Σχεδιασμός μαθησιακών δραστηριοτήτων με βιομίμηση	27
4.3.4 Στρατηγικές αξιολόγησης	29
5. Προσέγγιση LET's MIMIC για το σχεδιασμό έργων βιομίμησης για μαθητές	31
5.1 Εντοπισμός προκλήσεων και δηλώσεων προβλημάτων	31
5.2 Δημιουργία λύσεων εμπνευσμένων από τη βιομίμηση	32
5.3 Ανάπτυξη και τεκμηρίωση περιπτώσιολογικών μελετών	33
6. Υποστήριξη παιδαγωγικών πόρων και εργαλείων	35
6.1 Ενσωματωμένοι ψηφιακοί πόροι και εργαλεία	35
6.2 Εξωτερικές βάσεις δεδομένων και δίκτυα βιομίμησης	36
6.3 Πλατφόρμα LET's MIMIC	37
6.4 Ψηφιακή πλατφόρμα εκμάθησης LET's MIMIC για βιομίμηση	38
6.5 Το αυτορυθμιζόμενο κιτ εκμάθησης LET's MIMIC	39
6.6 Εκπαιδευτικές ενότητες LET's MIMIC	40
7. Συστάσεις εφαρμογής σε τοπικό πλαίσιο	41
7.1 Προσαρμογή του εγχειριδίου στις τοπικές συνθήκες	41
7.2 Κατάρτιση και υποστήριξη των εκπαιδευτικών	42
7.3 Παρακολούθηση και αξιολόγηση	42
8. Περαιτέρω ανάγνωση και έρευνα	44
Συμπεράσματα	45
βιβλιογραφικές αναφορές	46



Co-funded by
the European Union

Χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Ωστόσο, οι απόψεις και οι γνώμες που εκφράζονται είναι αποκλειστικά του/των συγγραφέα/ων και δεν αντικατοπτρίζουν απαραίτητα εκείνες της Ευρωπαϊκής Ένωσης ή του

Ευρωπαϊκού Εκτελεστικού Οργανισμού Εκπαίδευσης και Πολιτισμού (EACEA). Ούτε η Ευρωπαϊκή Ένωση ούτε ο EACEA μπορούν να θεωρηθούν υπεύθυνοι για αυτές.

1. Εισαγωγή

Η βιομίμηση, ή η «καινοτομία εμπνευσμένη από τη φύση», έχει τις ρίζες της στην ιδέα ότι η φύση έχει ήδη αναπτύξει λύσεις σε πολλές ανθρώπινες προκλήσεις, συμπεριλαμβανομένης της ενέργειας, των μεταφορών και της διαχείρισης απορριμμάτων (Benyus, 2014). Ακολουθώντας τις βασικές αρχές της φύσης —όπως η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, η αποτελεσματική διαχείριση των πόρων και η ανακύκλωση— η βιομίμηση διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο στην προώθηση της βιωσιμότητας. Δίνοντας έμφαση στη διεπιστημονική συνεργασία, η βιομίμηση συμβάλλει στον βιώσιμο σχεδιασμό του 21ου αιώνα. Συμπληρώνει επίσης την εκπαίδευση STEM παρέχοντας ευκαιρίες διδασκαλίας θεμάτων STEM και περιβαλλοντικών επιστημών, ενισχύοντας παράλληλα τη δημιουργικότητα και τις δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων (Biomimicry Institute, 2017). Καθώς ο κόσμος αντιμετωπίζει αυξανόμενες περιβαλλοντικές και κοινωνικές προκλήσεις, η βιομίμηση δίνει τη δυνατότητα στους σχεδιαστές και τους μηχανικούς να αναπτύξουν αποτελεσματικές, βιώσιμες και ανθεκτικές λύσεις. Η ενσωμάτωση της βιομίμησης στην εκπαίδευση βοηθά στην καλλιέργεια περιβαλλοντικά συνειδητοποιημένων μαθητών, ενώ παράλληλα ενισχύει την εκτίμησή τους για τη σοφία της φύσης.

Το έργο LET's MIMIC εισάγει ένα καινοτόμο πλαίσιο μάθησης που ενσωματώνει τη βιομίμηση με τη μάθηση βάσει προβλημάτων για την ανάπτυξη δεξιοτήτων καινοτομίας και βιωσιμότητας σε μαθητές ΕΕΚ και όχι μόνο.

Το έργο αναπτύσσει υπηρεσίες ψηφιακής μάθησης για τη συνεργασία των μαθητών σε δραστηριότητες βιομίμησης. Αναπτύσσει περαιτέρω ψηφιακό μαθησιακό περιεχόμενο για μαθητές δομημένο σε βήματα βιομίμησης, όπως ορισμός, βιολογικοποίηση, ανακάλυψη, αφαίρεση, μίμηση και αξιολόγηση. Επιπλέον, το έργο αναπτύσσει την ικανότητα των εκπαιδευτικών να σχεδιάζουν μαθησιακές δραστηριότητες βιομίμησης και να τις εισάγουν στην τάξη. Για το σκοπό αυτό, το LET's MIMIC αναπτύσσει περιεχόμενο υποστήριξης εκπαιδευτικών.



Co-funded by
the European Union

Χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Ωστόσο, οι απόψεις και οι γνώμες που εκφράζονται είναι αποκλειστικά του/των συγγραφέα/ων και δεν αντικατοπτρίζουν απαραίτητα εκείνες της Ευρωπαϊκής Ένωσης ή του

Ευρωπαϊκού Εκτελεστικού Οργανισμού Εκπαίδευσης και Πολιτισμού (EACEA). Ούτε η Ευρωπαϊκή Ένωση ούτε ο EACEA μπορούν να θεωρηθούν υπεύθυνοι για αυτές.

Αυτό το έγγραφο αποτελεί ένα εγχειρίδιο που υποστηρίζει τους εκπαιδευτές ΕΕΚ στο σχεδιασμό και την παροχή μαθησιακών δραστηριοτήτων βιομίμησης στην τάξη. Το έγγραφο παρουσιάζει έναν μεθοδολογικό σχεδιασμό μάθησης που ενσωματώνει τη βιομίμηση με τη μάθηση βάσει προβλημάτων και άλλες μεθοδολογίες ενεργητικής μάθησης, όπως η βιωματική και η διερευνητική. Παρουσιάζει βήματα για τους εκπαιδευτικούς για να σχεδιάσουν, να παραδώσουν και να αξιολογήσουν τον θετικό αντίκτυπο των δραστηριοτήτων βιομίμησης στους μαθητές. Τέλος, το έγγραφο παρουσιάζει πόρους και εργαλεία εκμάθησης βιομίμησης, συμπεριλαμβανομένων εξωτερικών υπηρεσιών και δικτύων και του αυτορυθμιζόμενου kit μάθησης του LET'S MIMIC, των εκπαιδευτικών ενοτήτων και της ψηφιακής πλατφόρμας μάθησης.



**Co-funded by
the European Union**

Χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Ωστόσο, οι απόψεις και οι γνώμες που εκφράζονται είναι αποκλειστικά του/των συγγραφέα/ων και δεν αντικατοπτρίζουν απαραίτητα εκείνες της Ευρωπαϊκής Ένωσης ή του

Ευρωπαϊκού Εκτελεστικού Οργανισμού Εκπαίδευσης και Πολιτισμού (EACEA). Ούτε η Ευρωπαϊκή Ένωση ούτε ο EACEA μπορούν να θεωρηθούν υπεύθυνοι για αυτές.

2. Στόχοι του εγχειριδίου

Ο πρωταρχικός στόχος αυτού του εγχειριδίου είναι να παρέχει στους εκπαιδευτικούς ΕΕΚ τα εργαλεία και τους πόρους που χρειάζονται για να ενσωματώσουν τη βιομίμηση στις διδακτικές τους πρακτικές. Οι στόχοι είναι οι εξής:

- **Εισαγάγετε έννοιες βιομίμησης:** Εξηγήστε τη βιομίμηση και την εφαρμογή της σε διάφορα πλαίσια.
- **Προσφέρετε πρακτικές στρατηγικές διδασκαλίας:** Εξοπλίστε τους δασκάλους με πρακτικές μεθοδολογίες, συμπεριλαμβανομένων προσεγγίσεων μάθησης βάσει προβλημάτων (PBL), για να ενσωματώσουν τη βιομίμηση στα μαθήματά τους.
- **Αναπτύξτε κριτικές ικανότητες:** Εστιάστε στην ανάπτυξη της κριτικής σκέψης, της δημιουργικότητας και των δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων των μαθητών μέσω έργων εμπνευσμένων από τη βιομίμηση.
- **Πρώθηση της βιωσιμότητας:** Ενθαρρύνετε την υιοθέτηση βιώσιμων πρακτικών στην εκπαίδευση ΕΕΚ δίνοντας έμφαση σε λύσεις εμπνευσμένες από τη φύση.
- **Διευκόλυνση της συνεργασίας:** Υποστηρίξτε τη συνεργατική μάθηση και τις διεπιστημονικές προσεγγίσεις, ενισχύοντας την ομαδική εργασία και την καινοτομία.

Μέσω αυτού του εγχειριδίου, οι εκπαιδευτικοί ΕΕΚ θα αποκτήσουν τη γνώση και την αυτοπεποίθηση για να καθοδηγήσουν τους μαθητές τους στην εξερεύνηση της βιομίμησης και στην εφαρμογή της σε πραγματικές προκλήσεις, προετοιμάζοντάς τους για σταδιοδρομίες που δίνουν προτεραιότητα στη βιωσιμότητα και την καινοτομία.



Co-funded by
the European Union

Χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Ωστόσο, οι απόψεις και οι γνώμες που εκφράζονται είναι αποκλειστικά του/των συγγραφέα/ων και δεν αντικατοπτρίζουν απαραίτητα εκείνες της Ευρωπαϊκής Ένωσης ή του

Ευρωπαϊκού Εκτελεστικού Οργανισμού Εκπαίδευσης και Πολιτισμού (EACEA). Ούτε η Ευρωπαϊκή Ένωση ούτε ο EACEA μπορούν να θεωρηθούν υπεύθυνοι για αυτές.

3. Εισαγωγή στη βιομίμηση

Η βιομίμηση, ένας όρος που προέρχεται από τις ελληνικές λέξεις «βίος» (ζωή) και «μίμηση» (μίμηση), αναφέρεται στην πρακτική της μάθησης και της μίμησης των σχεδίων, των συστημάτων και των διαδικασιών της φύσης για την επίλυση ανθρώπινων προκλήσεων. Παρατηρώντας πώς οι οργανισμοί προσαρμόζονται στο περιβάλλον τους και εκτελούν βασικές λειτουργίες, οι καινοτόμοι μπορούν να δημιουργήσουν βιώσιμες, αποτελεσματικές και ανθεκτικές λύσεις σε διάφορους κλάδους. Η βιομίμηση προσφέρει μια αλλαγή παραδείγματος στη σχεδιαστική σκέψη, δίνοντας έμφαση στη βιωσιμότητα και την αρμονία με τον φυσικό κόσμο.

Σε αυτό το μέρος, θα διερευνήσουμε τις θεμελιώδεις έννοιες της βιομίμησης, τη συνάφειά της στην επαγγελματική εκπαίδευση και κατάρτιση (ΕΕΚ) και τους στόχους αυτού του εγχειριδίου για την προώθηση της βιομίμησης ως εργαλείου διδασκαλίας και μάθησης.

3.1 Τι είναι η βιομίμηση;

Η βιομίμηση είναι η πρακτική της άντλησης έμπνευσης από τη φύση για την ανάπτυξη λύσεων στις ανθρώπινες προκλήσεις. Περιλαμβάνει την κατανόηση των στρατηγικών που χρησιμοποιούν οι ζωντανοί οργανισμοί για να ευδοκιμήσουν και την εφαρμογή τους σε διάφορους τομείς όπως η μηχανική, η αρχιτεκτονική, ο σχεδιασμός προϊόντων και η διαχείριση πόρων (Benyus, 1997).

Η φύση έχει εξελιχθεί εδώ και δισεκατομμύρια χρόνια, με αποτέλεσμα εξαιρετικά αποτελεσματικές, προσαρμόσιμες και βιώσιμες λύσεις. Για παράδειγμα:

- **Ο σχεδιασμός του Velcro®** εμπνεύστηκε από τον τρόπο με τον οποίο τα γρέζια κολλάνε στη γούνα των ζώων μέσω μικροσκοπικών γάντζων.



Co-funded by
the European Union

Χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Ωστόσο, οι απόψεις και οι γνώμες που εκφράζονται είναι αποκλειστικά του/των συγγραφέα/ων και δεν αντικατοπτρίζουν απαραίτητα εκείνες της Ευρωπαϊκής Ένωσης ή του

Ευρωπαϊκού Εκτελεστικού Οργανισμού Εκπαίδευσης και Πολιτισμού (EACEA). Ούτε η Ευρωπαϊκή Ένωση ούτε ο EACEA μπορούν να θεωρηθούν υπεύθυνοι για αυτές.

- Τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια μιμούνται συχνά αναχώματα τερμιτών, διατηρώντας μια σταθερή εσωτερική θερμοκρασία.
- Οι ανεμογεννήτριες έχουν σχεδιαστεί με βάση το σχήμα των πτερυγίων της φάλαινας για βελτιωμένη απόδοση.

Η βιομίμηση δεν αφορά μόνο την αντιγραφή της φύσης, αλλά την κατανόηση των βασικών αρχών και την εφαρμογή τους στις ανθρώπινες προκλήσεις με τρόπο που να ευθυγραμμίζεται με τη βιωσιμότητα και τις ηθικές πρακτικές.

3.2 Σημασία της βιομίμησης στην εκπαίδευση ΕΕΚ

Η επαγγελματική εκπαίδευση και κατάρτιση (ΕΕΚ) επικεντρώνεται στον εφοδιασμό των εκπαιδευομένων με πρακτικές δεξιότητες που μπορούν να εφαρμοστούν στο εργατικό δυναμικό. Η ενσωμάτωση της βιομίμησης στην εκπαίδευση ΕΕΚ προσφέρει πολλά βασικά οφέλη (Oguntona and Aigbavboa, 2023):

- **Καινοτόμες δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων:** Η βιομίμηση ενθαρρύνει τους μαθητές να σκέφτονται κριτικά και δημιουργικά παρατηρώντας και μαθαίνοντας από τη φύση. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε καινοτόμες λύσεις που είναι αποτελεσματικές και βιώσιμες.
- **Εστίαση στη βιωσιμότητα:** Σε έναν κόσμο που αντιμετωπίζει περιβαλλοντικές προκλήσεις, η διδασκαλία των μαθητών να σχεδιάζουν λύσεις που ευθυγραμμίζονται με τις οικολογικές αρχές είναι απαραίτητη. Η βιομίμηση καλλιεργεί μια νοοτροπία που εκτιμά την αποδοτικότητα των πόρων, τη μείωση των απορριμμάτων και την αρμονία με τη φύση.
- **Διεπιστημονική μάθηση:** Η βιομίμηση γεφυρώνει κλάδους όπως η βιολογία, ο σχεδιασμός, η μηχανική και η περιβαλλοντική επιστήμη. Οι εκπαιδευόμενοι ΕΕΚ μπορούν να αναπτύξουν ένα ευρύ σύνολο δεξιοτήτων που τους προετοιμάζει για ποικίλες επαγγελματικές διαδρομές.



Co-funded by
the European Union

Χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Ωστόσο, οι απόψεις και οι γνώμες που εκφράζονται είναι αποκλειστικά του/των συγγραφέα/ων και δεν αντικατοπτρίζουν απαραίτητα εκείνες της Ευρωπαϊκής Ένωσης ή του

Ευρωπαϊκού Εκτελεστικού Οργανισμού Εκπαίδευσης και Πολιτισμού (EACEA). Ούτε η Ευρωπαϊκή Ένωση ούτε ο EACEA μπορούν να θεωρηθούν υπεύθυνοι για αυτές.

- **Δέσμευση και κίνητρο:** Η μάθηση από τη φύση μπορεί να πυροδοτήσει την περιέργεια και τον ενθουσιασμό, καθιστώντας την εκπαίδευση πιο ελκυστική και σχετική με τις προκλήσεις του πραγματικού κόσμου.



Εικόνα 1. Έμπνευση από τη φύση για την επίλυση των σημερινών πολύπλοκων προκλήσεων βιωσιμότητας.

Με την ενσωμάτωση της βιομίμησης, η εκπαίδευση ΕΕΚ μπορεί να παράγει ειδικευμένους επαγγελματίες που είναι έτοιμοι για εργασία και ικανοί να συμβάλουν στη βιώσιμη καινοτομία στους κλάδους τους.

3.3 Βιομίμηση στην πράξη

Σε αυτή την ενότητα, διερευνούμε πώς εφαρμόζονται οι αρχές της βιομίμησης σε πραγματικές συνθήκες. Από την κατανόηση των βασικών αρχών που καθοδηγούν τον σχεδιασμό έως την εξέταση περιπτώσεων μελετών σε διάφορους κλάδους, αυτό το μέρος υπογραμμίζει πώς η εφευρετικότητα της φύσης μπορεί να εμπνεύσει καινοτόμες και βιώσιμες λύσεις. Θα εμβαθύνουμε επίσης στις προκλήσεις που αντιμετωπίζουμε κατά την εφαρμογή της βιομίμησης και πώς οι στρατηγικές εμπνευσμένες από τη φύση μπορούν να τις ξεπεράσουν.



**Co-funded by
the European Union**

Χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Ωστόσο, οι απόψεις και οι γνώμες που εκφράζονται είναι αποκλειστικά του/των συγγραφέα/ων και δεν αντικατοπτρίζουν απαραίτητα εκείνες της Ευρωπαϊκής Ένωσης ή του

Ευρωπαϊκού Εκτελεστικού Οργανισμού Εκπαίδευσης και Πολιτισμού (EACEA). Ούτε η Ευρωπαϊκή Ένωση ούτε ο EACEA μπορούν να θεωρηθούν υπεύθυνοι για αυτές.

3.3.1 Βασικές αρχές βιομίμησης

Η βιομίμηση καθοδηγείται από βασικές αρχές που βοηθούν τους σχεδιαστές και τους καινοτόμους να αξιοποιήσουν τη σοφία της φύσης. Αυτές οι αρχές διασφαλίζουν ότι οι καινοτόμες λύσεις είναι βιώσιμες και ευθυγραμμισμένες με τα οικολογικά συστήματα (Benyus, 1997; Vincent et al., 2006). Τα παρακάτω είναι μερικές από τις βασικές αρχές της βιομίμησης:

- **Μιμηθείτε τις μορφές, τις διαδικασίες και τα συστήματα της φύσης:** Η βιομίμηση περιλαμβάνει την παρατήρηση και τη μίμηση των σχημάτων, των υλικών και των μεθόδων της φύσης για τη δημιουργία λειτουργικών και αποτελεσματικών λύσεων. Για παράδειγμα, το βελτιωμένο σώμα μιας αλκούνας ενέπνευσε το σχεδιασμό τρένων υψηλής ταχύτητας (Benyus, 1997; Bhushan, 2009).
- **Προσαρμογή στις τοπικές συνθήκες:** Ακριβώς όπως οι οργανισμοί εξελίσσονται για να ευδοκιμήσουν στο συγκεκριμένο περιβάλλον τους, η βιομίμηση δημιουργεί λύσεις που ταιριάζουν στις τοπικές συνθήκες και πόρους (El-Zeiny, 2012).
- **Χρησιμοποιήστε φιλική προς τη ζωή χημεία:** Οι διαδικασίες της φύσης βασίζονται σε μη τοξικούς, ανανεώσιμους πόρους. Η βιομίμηση προωθεί τη χρήση φιλικών προς το περιβάλλον υλικών και μεθόδων κατασκευής (Kennedy et al., 2015).
- **Βελτιστοποιήστε αντί να μεγιστοποιήσετε:** Οι λύσεις της φύσης είναι αποτελεσματικές, χρησιμοποιώντας μόνο ό,τι χρειάζεται. Αυτή η αρχή ενθαρρύνει την ελαχιστοποίηση της χρήσης πόρων με παράλληλη μεγιστοποίηση της απόδοσης (Vincent et al., 2006).
- **Εξελιχθείτε για να επιβιώσετε:** Η φύση εξελίσσεται συνεχώς μέσω της προσαρμογής και της ανθεκτικότητας. Οι λύσεις βασισμένες στη βιομίμηση θα πρέπει να είναι ευέλικτες και ικανές να εξελίσσονται για να ανταποκρίνονται στις μεταβαλλόμενες συνθήκες (Benyus, 1997; Pawlyn, 2011).



Co-funded by
the European Union

Χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Ωστόσο, οι απόψεις και οι γνώμες που εκφράζονται είναι αποκλειστικά του/των συγγραφέα/ων και δεν αντικατοπτρίζουν απαραίτητα εκείνες της Ευρωπαϊκής Ένωσης ή του

Ευρωπαϊκού Εκτελεστικού Οργανισμού Εκπαίδευσης και Πολιτισμού (EACEA). Ούτε η Ευρωπαϊκή Ένωση ούτε ο EACEA μπορούν να θεωρηθούν υπεύθυνοι για αυτές.

- **Ενσωματώστε την ανάπτυξη με την ανάπτυξη:** Στη φύση, τα συστήματα αναπτύσσονται σε αρμονία με το περιβάλλον τους, εξισορροπώντας τις ατομικές ανάγκες με την υγεία του οικοσυστήματος (Benyus, 1997).

Με την τήρηση αυτών των αρχών, η βιομίμηση προωθεί τη βιώσιμη καινοτομία που ανταποκρίνεται στις ανθρώπινες ανάγκες και σέβεται τα οικολογικά όρια.

3.3.2 Περιπτώσιολογικές μελέτες και παραδείγματα σε διάφορους τομείς

Η βιομίμηση έχει εφαρμοστεί σε διάφορους κλάδους, από την αρχιτεκτονική και το σχεδιασμό μέχρι την τεχνολογία και την υγειονομική περίθαλψη. Παρακάτω είναι μερικά αξιοσημείωτα παραδείγματα βιομίμησης στην πράξη:

- **Αρχιτεκτονική και κατασκευή:**
 - Το **Eastgate Center** στη Ζιμπάμπουε είναι ένα κτίριο που μιμείται τα συστήματα φυσικού αερισμού των αναχωμάτων τερμιτών για τη διατήρηση μιας σταθερής εσωτερικής θερμοκρασίας και τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας.
 - Το **Eden Project** στο Ηνωμένο Βασίλειο διαθέτει βιώματα εμπνευσμένα από τη δομή των σαπουνόφουσκων, βελτιστοποιώντας τον χώρο και τη δύναμη.
- **Μηχανική και τεχνολογία:**
 - Το **Velcro®** εφευρέθηκε αφού ένας Ελβετός μηχανικός παρατήρησε πώς κολλούσαν γρέζια στη γούνα του σκύλου του. Ο σχεδιασμός με γάντζο και βρόχο έγινε ένα επαναστατικό σύστημα στερέωσης.
 - Το **Shinkansen Bullet Train** στην Ιαπωνία επανασχεδιάστηκε για να μειώσει τον θόρυβο και να βελτιώσει την απόδοση. Το ράμφος του μιμείται το ράμφος της αλκυόνας, επιτρέποντάς του να κινείται ομαλά στον αέρα.
- **Υγειονομική περίθαλψη και ιατρική:**



Co-funded by
the European Union

Χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Ωστόσο, οι απόψεις και οι γνώμες που εκφράζονται είναι αποκλειστικά του/των συγγραφέα/ων και δεν αντικατοπτρίζουν απαραίτητα εκείνες της Ευρωπαϊκής Ένωσης ή του

Ευρωπαϊκού Εκτελεστικού Οργανισμού Εκπαίδευσης και Πολιτισμού (EACEA). Ούτε η Ευρωπαϊκή Ένωση ούτε ο EACEA μπορούν να θεωρηθούν υπεύθυνοι για αυτές.

- Τα αυτοκόλλητα πόδια του γκέκο ενέπνευσαν την ανάπτυξη νέων ιατρικών συγκολλητικών και επιδέσμων που κολλάνε χωρίς να προκαλούν βλάβη στο δέρμα.
- Τα σχέδια δέρματος καρχαρία έχουν επηρεάσει το σχεδιασμό των αντιβακτηριακών επιφανειών, μειώνοντας την εξάπλωση λοιμώξεων στα νοσοκομεία.
- Διαχείριση ενέργειας και πόρων:
 - Τα ηλιακά πάνελ εμπνευσμένα από την ικανότητα του ηλίανθου να παρακολουθεί τον ήλιο μεγιστοποιούν τη δέσμευση ενέργειας κατά τη διάρκεια της ημέρας.
 - Οι ανεμογεννήτριες έχουν βελτιωθεί μιμούμενοι τις οδοντωτές άκρες των πτερυγίων της φάλαινας, βελτιώνοντας την απόδοση και μειώνοντας τον θόρυβο.

Αυτά τα παραδείγματα δείχνουν πώς η βιομίμηση μπορεί να οδηγήσει σε καινοτόμες, βιώσιμες λύσεις που αντιμετωπίζουν πολύπλοκες ανθρώπινες προκλήσεις.

3.3.3 Προκλήσεις και λύσεις εμπνευσμένες από τη φύση

Ενώ η βιομίμηση προσφέρει τεράστιες δυνατότητες, η εφαρμογή της δεν είναι χωρίς προκλήσεις. Η κατανόηση αυτών των προκλήσεων και η άντληση έμπνευσης από τη φύση για να τις ξεπεράσουμε είναι μια βασική πτυχή του σχεδιασμού (Oguntona and Aigbavboa, 2023).



Co-funded by
the European Union

Χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Ωστόσο, οι απόψεις και οι γνώμες που εκφράζονται είναι αποκλειστικά του/των συγγραφέα/ων και δεν αντικατοπτρίζουν απαραίτητα εκείνες της Ευρωπαϊκής Ένωσης ή του

Ευρωπαϊκού Εκτελεστικού Οργανισμού Εκπαίδευσης και Πολιτισμού (EACEA). Ούτε η Ευρωπαϊκή Ένωση ούτε ο EACEA μπορούν να θεωρηθούν υπεύθυνοι για αυτές.



Εικόνα 2. Παραδείγματα δραστηριοτήτων βιομίμησης σε όλο τον κόσμο.

Προκλήσεις στην εφαρμογή της βιομίμησης:

- **Πολυπλοκότητα φυσικών συστημάτων:** Οι λύσεις της φύσης είναι συχνά περίπλοκες και απαιτούν βαθιά κατανόηση των βιολογικών διεργασιών. Η μετάφραση αυτών σε ανθρώπινα σχέδια μπορεί να είναι δύσκολη.
- **Κόστος και σκοπιμότητα:** Τα σχέδια βιομίμησης μπορεί να περιλαμβάνουν εξειδικευμένα υλικά ή διαδικασίες που είναι αρχικά δαπανηρές ή δύσκολο να κλιμακωθούν.
- **Διεπιστημονική συνεργασία:** Η βιομίμηση απαιτεί συχνά συνεργασία μεταξύ βιολόγων, μηχανικών, σχεδιαστών και άλλων ειδικών, η οποία μπορεί να είναι δύσκολο να συντονιστεί.



Co-funded by
the European Union

Χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Ωστόσο, οι απόψεις και οι γνώμες που εκφράζονται είναι αποκλειστικά του/των συγγραφέα/ων και δεν αντικατοπτρίζουν απαραίτητα εκείνες της Ευρωπαϊκής Ένωσης ή του

Ευρωπαϊκού Εκτελεστικού Οργανισμού Εκπαίδευσης και Πολιτισμού (EACEA). Ούτε η Ευρωπαϊκή Ένωση ούτε ο EACEA μπορούν να θεωρηθούν υπεύθυνοι για αυτές.

- **Ρυθμιστικοί φραγμοί και φραγμοί της αγοράς:** Τα νέα, καινοτόμα προϊόντα ενδέχεται να αντιμετωπίσουν εμπόδια στην απόκτηση ρυθμιστικής έγκρισης ή αποδοχής από την αγορά.

Η ίδια η βιομίμηση αποτελεί πηγή έμπνευσης για την αντιμετώπιση των παραπάνω προκλήσεων. Μερικά παραδείγματα λύσεων εμπνευσμένων από τη φύση για την εφαρμογή της βιομίμησης για καινοτομία περιλαμβάνουν:

- **Προσαρμοστικά σχέδια:** Η φύση μας διδάσκει να προσαρμοζόμαστε σε μεταβαλλόμενα περιβάλλοντα. Τα προϊόντα που είναι ευέλικτα και μπορούν να εξελιχθούν είναι πιο πιθανό να πετύχουν.
- **Αποδοτικότητα και χρήση πόρων:** Οι λύσεις βασισμένες στη βιομίμηση μπορούν να μειώσουν το κόστος και τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις βελτιστοποιώντας τη χρήση των πόρων, όπως φαίνεται στη φύση.
- **Μοντέλα συνεργασίας:** Η φύση λειτουργεί σε οικοσυστήματα όπου συνεργάζονται διαφορετικά είδη. Ομοίως, η διεπιστημονική ομαδική εργασία μπορεί να προωθηθεί μέσω κοινών στόχων και αμοιβαίων οφελών.
- **Ανθεκτικότητα και πλεονασμός:** Τα φυσικά συστήματα έχουν συχνά ενσωματωμένο πλεονασμό για να εξασφαλίσουν ανθεκτικότητα. Τα σχέδια βιομίμησης μπορούν να ενσωματώσουν παρόμοια χαρακτηριστικά για τη βελτίωση της αντοχής και της αξιοπιστίας.

Κατανοώντας αυτές τις προκλήσεις και εφαρμόζοντας τις στρατηγικές της φύσης, η βιομίμηση μπορεί να ξεπεράσει τα εμπόδια και να προσφέρει καινοτόμες, αποτελεσματικές και βιώσιμες λύσεις.



Co-funded by
the European Union

Χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Ωστόσο, οι απόψεις και οι γνώμες που εκφράζονται είναι αποκλειστικά του/των συγγραφέα/ων και δεν αντικατοπτρίζουν απαραίτητα εκείνες της Ευρωπαϊκής Ένωσης ή του

Ευρωπαϊκού Εκτελεστικού Οργανισμού Εκπαίδευσης και Πολιτισμού (EACEA). Ούτε η Ευρωπαϊκή Ένωση ούτε ο EACEA μπορούν να θεωρηθούν υπεύθυνοι για αυτές.

4. Μεθοδολογίες και πλαίσια μάθησης

Αυτή η ενότητα εμβαθύνει στο ρόλο των καινοτόμων μεθοδολογιών μάθησης στην επαγγελματική εκπαίδευση και κατάρτιση (ΕΕΚ) και πώς ευθυγραμμίζονται με τη βιομίμηση. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στην PBL, μια μαθητοκεντρική προσέγγιση που ενθαρρύνει την ενεργό επίλυση προβλημάτων και την ανακάλυψη. Η ενσωμάτωση της βιομίμησης στο PBL δίνει τη δυνατότητα στους μαθητές να προσεγγίζουν τις προκλήσεις δημιουργικά, εμπνευσμένοι από τις στρατηγικές της φύσης.

4.1 PBL και βιομίμηση

4.1.1 Σύγκριση PBL και βιομίμησης

Στο πλαίσιο αυτού του έργου, η ενσωμάτωση της PBL και του σχεδιασμού της διαδικασίας βιομίμησης δομείται μέσω ενός **Πίνακα Μαθησιακών Αποτελεσμάτων** (LET's MIMIC project Deliverable 2.1 PART A – Learning Outcomes Matrix for Sustainability Skills, 2025), ο οποίος καθιερώνει σαφείς αντιστοιχίες μεταξύ των βημάτων της **PBL** και εκείνων της **βιομίμησης**. Αυτός ο πίνακας παρέχει ένα πλαίσιο για τη διευκόλυνση της ενσωμάτωσης της βιομίμησης σε μαθησιακές δραστηριότητες που βασίζονται σε PBL και υποστηρίζει τους εκπαιδευτικούς να κάνουν αποτελεσματικά αυτή τη σύνδεση. Τόσο η PBL όσο και η βιομίμηση είναι επαναληπτικές διαδικασίες. Το έργο LET's MIMIC εισάγει μια μεθοδολογία για την ενσωμάτωση διαδικασιών βιομίμησης σε ευρύτερες δραστηριότητες PBL (LET's MIMIC technical report D2.1 PART B – Project-Based Learning Framework for Biomimicry Process Design, 2025). Ο επαναληπτικός χαρακτήρας και των δύο μεθόδων αντικατοπτρίζεται στα ακόλουθα βασικά βήματα:

Βήματα PBL	Βήματα Σχεδιασμού Διαδικασίας Βιομίμησης
-------------------	---



Co-funded by
the European Union

Χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Ωστόσο, οι απόψεις και οι γνώμες που εκφράζονται είναι αποκλειστικά του/των συγγραφέα/ων και δεν αντικατοπτρίζουν απαραίτητα εκείνες της Ευρωπαϊκής Ένωσης ή του

Ευρωπαϊκού Εκτελεστικού Οργανισμού Εκπαίδευσης και Πολιτισμού (EACEA). Ούτε η Ευρωπαϊκή Ένωση ούτε ο EACEA μπορούν να θεωρηθούν υπεύθυνοι για αυτές.

Ορισμός: Προσδιορίστε το πρόβλημα και καθορίστε κριτήρια επιτυχίας.	Ορισμός: Διατυπώστε με σαφήνεια τον αντίκτυπο που πρέπει να έχει ο σχεδιασμός και ορίστε την πρόκληση.
Βιολογικοποίηση: Κατανοήστε το πρόβλημα με βιολογικούς όρους.	Βιολογικοποίηση: Αναλύστε τις βασικές λειτουργίες και το πλαίσιο της πρόκλησης στη φύση.
Ανακάλυψη: Ερευνήστε φυσικά μοντέλα που αντιμετωπίζουν τις ίδιες λειτουργίες.	Ανακάλυψη: Προσδιορίστε βιολογικές στρατηγικές και μοτίβα που επιλύουν παρόμοιες προκλήσεις.
Περίληψη: Εξάγετε βασικές βιολογικές αρχές και επαναδιατυπώστε τις με μη βιολογικούς όρους.	Περίληψη: Μελετήστε τα βασικά χαρακτηριστικά ή τους μηχανισμούς πίσω από τις βιολογικές στρατηγικές και μεταφράστε τα σε στρατηγικές σχεδιασμού.
Εξομοίωση: Αναπτύξτε λύσεις εμπνευσμένες από φυσικές στρατηγικές.	Εξομοίωση: Εφαρμόστε αρχές βιομίμησης για να δημιουργήσετε καινοτόμες λύσεις.
Αξιολόγηση: Δοκιμή και βελτίωση λύσεων με βάση τη σκοπιμότητα και τον αντίκτυπο.	Αξιολόγηση: Αξιολογήστε πόσο καλά ο σχεδιασμός βασισμένος στη βιομίμηση πληροί τα κριτήρια και τους περιορισμούς βιωσιμότητας.



Co-funded by
the European Union

Χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Ωστόσο, οι απόψεις και οι γνώμες που εκφράζονται είναι αποκλειστικά του/των συγγραφέα/ων και δεν αντικατοπτρίζουν απαραίτητα εκείνες της Ευρωπαϊκής Ένωσης ή του

Ευρωπαϊκού Εκτελεστικού Οργανισμού Εκπαίδευσης και Πολιτισμού (EACEA). Ούτε η Ευρωπαϊκή Ένωση ούτε ο EACEA μπορούν να θεωρηθούν υπεύθυνοι για αυτές.

Αυτός ο πίνακας καθοδηγεί εκπαιδευτικούς και μαθητές, διασφαλίζοντας ότι οι αρχές της βιομίμησης ενσωματώνονται απρόσκοπτα σε **δραστηριότητες που βασίζονται σε PBL**. Αξιοποιώντας τις υπάρχουσες ικανότητες στην PBL, οι εκπαιδευτικοί μπορούν να διευκολύνουν τη δομημένη υιοθέτηση της βιομίμησης ως πλαισίου σχεδιασμού, ενισχύοντας την εφαρμογή λύσεων εμπνευσμένων από τη φύση στην επαγγελματική εκπαίδευση και κατάρτιση (ΕΕΚ).

Αυτή η ολοκληρωμένη προσέγγιση αντικατοπτρίζει τη δυναμική του χώρου εργασίας σε περιβάλλοντα ΕΕΚ, προετοιμάζοντας τους μαθητές να αντιμετωπίσουν σύνθετες, πολύπλευρες προκλήσεις που σχετίζονται με την επαγγελματική τους ανάπτυξη.

4.1.2 Ενσωμάτωση της βιομίμησης στην PBL

Η ενσωμάτωση της βιομίμησης στο PBL ενισχύει την επίλυση προβλημάτων ενθαρρύνοντας τους μαθητές να αντλούν έμπνευση από φυσικά συστήματα. Η βιομίμηση δίνει έμφαση στη μάθηση από τις δοκιμασμένες στο χρόνο στρατηγικές της φύσης για την αντιμετώπιση των ανθρώπινων προκλήσεων με βιώσιμο και αποτελεσματικό τρόπο.

Ακολουθούν στρατηγικές για την ενσωμάτωση της βιομίμησης στο PBL (LET's MIMIC technical report D2.1 PART B – Project-Based Learning Framework for Biomimicry Process Design, 2025):

- **Δηλώσεις προβλημάτων εμπνευσμένες από τη φύση:** Σχεδιάστε σενάρια προβλημάτων που ενθαρρύνουν ρητά τους μαθητές να αναζητήσουν λύσεις εμπνευσμένες από βιολογικές διεργασίες ή οργανισμούς. Για παράδειγμα, η ενεργειακή απόδοση, η εξοικονόμηση νερού ή οι προκλήσεις δομικού σχεδιασμού μπορούν να πλαισιωθούν με όρους βιομίμησης.



Co-funded by
the European Union

Χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Ωστόσο, οι απόψεις και οι γνώμες που εκφράζονται είναι αποκλειστικά του/των συγγραφέα/ων και δεν αντικατοπτρίζουν απαραίτητα εκείνες της Ευρωπαϊκής Ένωσης ή του

Ευρωπαϊκού Εκτελεστικού Οργανισμού Εκπαίδευσης και Πολιτισμού (EACEA). Ούτε η Ευρωπαϊκή Ένωση ούτε ο EACEA μπορούν να θεωρηθούν υπεύθυνοι για αυτές.

- **Βιολογική εξερεύνηση:** Διευκολύνετε τις ευκαιρίες για τους μαθητές να εξερευνήσουν και να μελετήσουν φυσικά περιβάλλοντα, είτε φυσικά είτε μέσω εικονικών πόρων, για να παρατηρήσουν μοτίβα, δομές και λειτουργίες στη φύση.
- **Διεπιστημονική συνεργασία:** Ενθαρρύνετε τη διεπιστημονική συνεργασία που περιλαμβάνει γνώσεις από τη βιολογία, τη μηχανική, το σχεδιασμό και τη βιωσιμότητα. Αυτό αντικατοπτρίζει την πραγματική εφαρμογή της βιομίμησης, η οποία συχνά απαιτεί ποικίλη τεχνογνωσία.
- **Ανάπτυξη πρωτοτύπων:** Καθοδηγήστε τους μαθητές στην ανάπτυξη και δοκιμή πρωτοτύπων των λύσεων βιομίμησης, ενισχύοντας την επαναληπτική μάθηση και την καινοτομία.
- **Προβληματισμός για τη βιωσιμότητα:** Τονίστε τη σημασία των βιώσιμων λύσεων, κάνοντας παραλληλισμούς μεταξύ της φυσικής απόδοσης και των προκλήσεων του ανθρώπινου σχεδιασμού.

Η βιομίμηση στο PBL ενισχύει τη δημιουργικότητα και ενσταλάζει μια νοοτροπία εστιασμένη στη βιωσιμότητα και την καινοτομία, ευθυγραμμισμένη με τους παγκόσμιους στόχους για περιβαλλοντική διαχείριση.

4.1.3 Διευκόλυνση της συνεργατικής μάθησης

Η συνεργασία είναι κρίσιμη σε έργα βιομίμησης, αντικατοπτρίζοντας τη διεπιστημονική προσέγγιση για την επίλυση σύνθετων προβλημάτων.

Ακολουθούν στρατηγικές για την ενθάρρυνση της συνεργασίας των μαθητών σε έργα βιομίμησης (Hmello, 2004):

- **Έργα που βασίζονται σε ομάδες:** Αναθέστε τους μαθητές σε διαφορετικές ομάδες για να εργαστούν σε προκλήσεις βιομίμησης, ενθαρρύνοντάς τους να μοιραστούν γνώσεις και προοπτικές.



Co-funded by
the European Union

Χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Ωστόσο, οι απόψεις και οι γνώμες που εκφράζονται είναι αποκλειστικά του/των συγγραφέα/ων και δεν αντικατοπτρίζουν απαραίτητα εκείνες της Ευρωπαϊκής Ένωσης ή του

Ευρωπαϊκού Εκτελεστικού Οργανισμού Εκπαίδευσης και Πολιτισμού (EACEA). Ούτε η Ευρωπαϊκή Ένωση ούτε ο EACEA μπορούν να θεωρηθούν υπεύθυνοι για αυτές.

- **Ασκήσεις ρόλων:** Οι μαθητές μπορούν να αναλάβουν ρόλους σχεδιαστών, μηχανικών ή βιολόγων σε προσομοιωμένα σενάρια επίλυσης προβλημάτων.
- **Ανατροφοδότηση από ομοτίμους:** Οι μαθητές μπορούν να επανεξετάσουν και να παρέχουν ανατροφοδότηση ο ένας για τη δουλειά του άλλου, ενισχύοντας ένα συνεργατικό και υποστηρικτικό περιβάλλον μάθησης.
- **Διεπιστημονική συνεργασία:** Ενθαρρύνετε τις συνεργασίες μεταξύ φοιτητών από διαφορετικούς τομείς, όπως η βιολογία, η μηχανική και η τέχνη, για την ανάπτυξη καινοτόμων λύσεων.
- **Διαδικτυακά φόρουμ συζήτησης:** Χρησιμοποιήστε φόρουμ για να διευκολύνετε τις συνεχείς συζητήσεις, την ανταλλαγή ιδεών και την υποστήριξη από ομοτίμους.
- **Ευκαιρίες καθοδήγησης:** Προσλάβετε ειδικούς και επαγγελματίες στη βιομίμηση για να καθοδηγήσετε τους μαθητές και να παρέχετε πραγματικές γνώσεις.

4.2 ΑΣ ΜΙΜΗΘΟΥΜΕ το πρακτικό πλαίσιο μάθησης βιομίμησης

Αυτή η ενότητα παρέχει μια δομημένη προσέγγιση για την εφαρμογή της βιομίμησης στην επαγγελματική εκπαίδευση και κατάρτιση (EEK). Επικεντρώνεται στον εντοπισμό βασικών μαθησιακών αποτελεσμάτων και ικανοτήτων, στο σχεδιασμό ελκυστικών μαθησιακών δραστηριοτήτων και στην ανάπτυξη αποτελεσματικών στρατηγικών αξιολόγησης ευθυγραμμισμένων με τις αρχές της βιομίμησης.

4.2.1 Μαθησιακά αποτελέσματα και ικανότητες

Για την αποτελεσματική ενσωμάτωση της βιομίμησης στο πρόγραμμα σπουδών, είναι απαραίτητο να καθοριστούν σαφή μαθησιακά αποτελέσματα και ικανότητες. Αυτά τα αποτελέσματα θα πρέπει να περιλαμβάνουν τεχνικές και μεταβιβάσιμες δεξιότητες που θα αναπτύξουν οι εκπαιδευόμενοι μέσω της εκπαίδευσης που βασίζεται στη βιομίμηση.



Co-funded by
the European Union

Χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Ωστόσο, οι απόψεις και οι γνώμες που εκφράζονται είναι αποκλειστικά του/των συγγραφέα/ων και δεν αντικατοπτρίζουν απαραίτητα εκείνες της Ευρωπαϊκής Ένωσης ή του

Ευρωπαϊκού Εκτελεστικού Οργανισμού Εκπαίδευσης και Πολιτισμού (EACEA). Ούτε η Ευρωπαϊκή Ένωση ούτε ο EACEA μπορούν να θεωρηθούν υπεύθυνοι για αυτές.

Η βιομίμηση στην PBL συμβάλλει στην ανάπτυξη γνώσεων, δεξιοτήτων και ικανοτήτων βιωσιμότητας που εκτιμώνται ιδιαίτερα από τη βιομηχανία και την κοινωνία. Βοηθά στην ανάπτυξη (Mejia-Villa et al., 2023):

- **Γνώση:** Κατανόηση βασικών εννοιών, αρχών και θεωριών που σχετίζονται με τη βιωσιμότητα στην επαγγελματική εκπαίδευση και κατάρτιση (EEK), με βάση την έρευνα γραφείου και τα ευρήματα ερωτηματολογίων.
- **Δεξιότητες:** Ανάπτυξη πρακτικών ικανοτήτων μέσω πρακτικών μαθησιακών εμπειριών που εφαρμόζουν αποτελεσματικά τις αρχές της βιωσιμότητας σε πλαίσια EEK.
- **Ικανότητες:** Απόκτηση δεξιοτήτων κριτικής σκέψης, επίλυσης προβλημάτων και λήψης αποφάσεων για την ενσωμάτωση της βιωσιμότητας στα προγράμματα σπουδών της επαγγελματικής εκπαίδευσης.
- **Μαλακές δεξιότητες:** Η βιομίμηση προωθεί επίσης την ανάπτυξη ήπιων πράσινων δεξιοτήτων, οι οποίες εκτιμώνται ιδιαίτερα στην αγορά εργασίας. Αυτά περιλαμβάνουν:
 - **Δημιουργικότητα και καινοτομία:** Αναγνώριση της σημασίας της δημιουργικότητας και της καινοτομίας στην προσωπική και επαγγελματική ζωή, δημιουργία πρωτότυπων ιδεών και εφαρμογή ευφάνταστων προσεγγίσεων στις προκλήσεις.
 - **Επίλυση προβλημάτων:** Ανάπτυξη μιας δομημένης νοοτροπίας επίλυσης προβλημάτων αναλύοντας περίπλοκες καταστάσεις, εντοπίζοντας τις βαθύτερες αιτίες και εφαρμόζοντας λογικούς συλλογισμούς για την εύρεση αποτελεσματικών λύσεων.
 - **Ομαδική συνεργασία:** Αναγνώριση της αξίας της ομαδικής εργασίας για την επίτευξη κοινών στόχων, την ανάπτυξη στρατηγικών συνεργασίας και τη χρήση τεχνικών επικοινωνίας για την αποτελεσματική εργασία μέσα σε μια ομάδα.



Co-funded by
the European Union

Χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Ωστόσο, οι απόψεις και οι γνώμες που εκφράζονται είναι αποκλειστικά του/των συγγραφέα/ων και δεν αντικατοπτρίζουν απαραίτητα εκείνες της Ευρωπαϊκής Ένωσης ή του

Ευρωπαϊκού Εκτελεστικού Οργανισμού Εκπαίδευσης και Πολιτισμού (EACEA). Ούτε η Ευρωπαϊκή Ένωση ούτε ο EACEA μπορούν να θεωρηθούν υπεύθυνοι για αυτές.

- **Περιέργεια και έμπνευση:** Η βιομίμηση ενθαρρύνει τους μαθητές να εξερευνήσουν προβλήματα του πραγματικού κόσμου μιμούμενοι τα σχέδια και τις διαδικασίες της φύσης, κάνοντας τη μάθηση πιο ελκυστική.
- **Κριτική σκέψη και συστημική σκέψη:** Ενθάρρυνση των μαθητών να αναλύσουν πώς λειτουργούν τα φυσικά συστήματα και να εφαρμόσουν αυτές τις αρχές στην καινοτόμο επίλυση προβλημάτων.
- **Μάθηση με βάση τα συμφραζόμενα:** Ενσωμάτωση της βιολογίας, της μηχανικής, του σχεδιασμού και της περιβαλλοντικής επιστήμης για την προώθηση διεπιστημονικών μαθησιακών εμπειριών.
- **Περιβαλλοντική συνείδηση και ηθική σκέψη:** Ενθάρρυνση της εκτίμησης για τη βιωσιμότητα, τους ηθικούς προβληματισμούς και τις μακροπρόθεσμες επιπτώσεις των σχεδιαστικών λύσεων.
- **Σχεδιαστική σκέψη:** Προώθηση της δημιουργικότητας και των επαναληπτικών διαδικασιών ανάπτυξης μέσω της επίλυσης προβλημάτων που βασίζεται στη βιομίμηση.
- **Επικοινωνία:** Ενίσχυση της ικανότητας αποτελεσματικής παρουσίασης σύνθετων ιδεών μέσω PBL.
- **Ανθεκτικότητα και προσαρμοστικότητα:** Η μάθηση από την προσαρμοστικότητα της φύσης ενισχύει την ανθεκτικότητα και την επιμονή στην αντιμετώπιση των προκλήσεων.
- **Τεχνικές δεξιότητες:** Η βιομίμηση υποστηρίζει την ανάπτυξη βασικών τεχνικών δεξιοτήτων, όπως:
 - **Επιστημονική έρευνα:** Κατανόηση μεθοδολογιών βασικής έρευνας και ανάπτυξη της ικανότητας διερεύνησης φυσικών ή κοινωνικών φαινομένων.
 - **Τεχνικό σχέδιο:** Εκμάθηση των βασικών αρχών και εφαρμογών του τεχνικού σχεδίου για την οπτική επικοινωνία λειτουργιών και κατασκευών με ακρίβεια.



Co-funded by
the European Union

Χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Ωστόσο, οι απόψεις και οι γνώμες που εκφράζονται είναι αποκλειστικά του/των συγγραφέα/ων και δεν αντικατοπτρίζουν απαραίτητα εκείνες της Ευρωπαϊκής Ένωσης ή του

Ευρωπαϊκού Εκτελεστικού Οργανισμού Εκπαίδευσης και Πολιτισμού (EACEA). Ούτε η Ευρωπαϊκή Ένωση ούτε ο EACEA μπορούν να θεωρηθούν υπεύθυνοι για αυτές.

- **Δεξιότητες βιωσιμότητας:** Η βιομίμηση βοηθά τους μαθητές να υιοθετήσουν βιώσιμες συνήθειες και συμπεριφορές με:
 - **Ευαισθητοποίηση:** Ορισμός της βιωσιμότητας και των βασικών πτυχών της.
 - **Εφαρμογή της βιωσιμότητας σε διαφορετικά πλαίσια:** Σύγκριση και επιλογή βιώσιμων δραστηριοτήτων με βάση συγκεκριμένα πλαίσια και σε πολλούς τομείς.
 - **Διεπιστημονική μάθηση:** Ανάπτυξη διεπιστημονικών προσεγγίσεων για τη βιωσιμότητα.
 - **Επικοινωνία:** Επιλογή πρακτικών εργαλείων επικοινωνίας και μεθόδων προσέγγισης για την προώθηση της βιωσιμότητας.
 - **Ενεργός δέσμευση:** Ενθάρρυνση βιώσιμων επιλογών μέσω της εκπαίδευσης, της ευαισθητοποίησης και της στρατηγικής επικοινωνίας.
- **Αστική ευαισθησία:** Η βιομίμηση ενισχύει επίσης την αστική ευθύνη με:
 - **Δεξιότητες δημοκρατίας:** Κατανόηση των δημοκρατικών αρχών και των δικαιωμάτων και υποχρεώσεων των πολιτών.
 - **Συμμετοχή στα κοινά:** Εφαρμογή των αρχών της συμμετοχής των πολιτών στην καθημερινή ζωή.
 - **Αντίκτυπος στην κοινότητα:** Ανάλυση κοινωνικών, πολιτικών και περιβαλλοντικών ζητημάτων που επηρεάζουν τις κοινότητες.
 - **Κατανόηση πολιτικής:** Αξιολόγηση πολιτικών πολιτών λαμβάνοντας υπόψη πολλαπλές προοπτικές και κοινωνικές επιπτώσεις.
 - **Συμμετοχικότητα:** Καλλιέργεια της συμμετοχικότητας και της συμμετοχής στην πολιτική ζωή.
 - **Επικοινωνία στη συμμετοχή των πολιτών:** Ανάπτυξη αποτελεσματικών τεχνικών επικοινωνίας για τη συμμετοχή και την υπεράσπιση των πολιτών.



Co-funded by
the European Union

Χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Ωστόσο, οι απόψεις και οι γνώμες που εκφράζονται είναι αποκλειστικά του/των συγγραφέα/ων και δεν αντικατοπτρίζουν απαραίτητα εκείνες της Ευρωπαϊκής Ένωσης ή του

Ευρωπαϊκού Εκτελεστικού Οργανισμού Εκπαίδευσης και Πολιτισμού (EACEA). Ούτε η Ευρωπαϊκή Ένωση ούτε ο EACEA μπορούν να θεωρηθούν υπεύθυνοι για αυτές.

- **Δεξιότητες ειδικές για τη βιομίμηση:** Οι μαθητές που ασχολούνται με την εκπαίδευση που βασίζεται στη βιομίμηση θα αναπτύξουν εξειδικευμένες ικανότητες όπως:
 - **Κατανόηση βιολογικών συστημάτων:** Κατανόηση διαδικασιών και μοντέλων βιομίμησης.
 - **Κατανόηση των βασικών αρχών της βιομίμησης:** Εξήγηση των βασικών αρχών της βιομίμησης και του τρόπου με τον οποίο οι φυσικές διαδικασίες εμπνέουν τις ανθρώπινες καινοτομίες.
 - **Μεταφορά γνώσης στον πραγματικό κόσμο:** Εφαρμογή αρχών βιομίμησης σε προβλήματα του πραγματικού κόσμου και ανάλυση περιπτώσιολογικών μελετών.
 - **Αξιολόγηση υφιστάμενων λύσεων βιομίμησης:** Εντοπισμός δυνατών σημείων, αδυναμιών και ευκαιριών για βελτίωση.
 - **Κατανόηση ηθικών πτυχών:** Διερεύνηση ηθικών ζητημάτων και βιωσιμότητας σε εφαρμογές βιομίμησης.

Η ενσωμάτωση αυτών των τεχνικών, βιωσιμότητας, πολιτικών και δεξιοτήτων βιομίμησης στο πρόγραμμα σπουδών θα δώσει στους μαθητές μια ολοκληρωμένη εκπαίδευση που τους προετοιμάζει για τις εξελισσόμενες απαιτήσεις του εργατικού δυναμικού και της κοινωνίας.

4.2.2 Εφαρμογή καινοτόμων παιδαγωγικών προσεγγίσεων LET's MIMIC

Η προσέγγιση LET's MIMIC για την ενσωμάτωση της PBL και της βιομίμησης εφαρμόζει **κονστρουκτιβιστικές** και **κοινωνικές** θεωρίες μάθησης, επιτρέποντας στους μαθητές να μαθαίνουν ενεργά μέσω της επίλυσης προβλημάτων στον πραγματικό κόσμο. Ο κονστρουκτιβισμός είναι μια παιδαγωγική θεωρία που υποστηρίζει ότι η γνώση συντίθεται και δεν μεταφέρεται (Papert, 1993). Ο κονστρουκτιβισμός βασίζεται στην αρχή ότι οι μαθητές μαθαίνουν καλύτερα μέσω ενεργών προσεγγίσεων, πειραματισμού και εξερεύνησης. Το LET's MIMIC πηγαίνει αυτή την εκπαιδευτική προσέγγιση ένα βήμα παραπέρα, εφαρμόζοντας την



Co-funded by
the European Union

Χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Ωστόσο, οι απόψεις και οι γνώμες που εκφράζονται είναι αποκλειστικά του/των συγγραφέα/ων και δεν αντικατοπτρίζουν απαραίτητα εκείνες της Ευρωπαϊκής Ένωσης ή του

Ευρωπαϊκού Εκτελεστικού Οργανισμού Εκπαίδευσης και Πολιτισμού (EACEA). Ούτε η Ευρωπαϊκή Ένωση ούτε ο EACEA μπορούν να θεωρηθούν υπεύθυνοι για αυτές.

ενεργό μάθηση μέσω του **σχεδιασμού διαδικασιών βιομίμησης** εμπνευσμένης από τη φύση για την αντιμετώπιση των πολύπλοκων προκλήσεων του σύγχρονου κόσμου.

Άλλες παιδαγωγικές προσεγγίσεις που ενσωματώνονται στον παιδαγωγικό σχεδιασμό MIMIC του LET περιλαμβάνουν:

- **Gamification:** Τα στοιχεία του παιχνιδιού χρησιμοποιούνται σε άλλα πλαίσια εκτός από την ψυχαγωγία και στην εκμάθηση για την προώθηση της μακροπρόθεσμης δέσμευσης (Deterding et al., 2011).
- **Μικρομάθηση:** Μαθησιακές δραστηριότητες σε μέγεθος μπουκιάς που ενισχύουν τη γνώση των μαθητών (Hug, 2005; Buchem et al. 2010).
- **Βιωματική μάθηση:** Η συμμετοχή των μαθητών μέσω άμεσων εμπειριών, όπως περίπατοι στη φύση ή επισκέψεις σε τοποθεσίες, μπορεί να βοηθήσει στην παρατήρηση βιολογικών συστημάτων σε δράση. Τα πρακτικά έργα επιτρέπουν στους μαθητές να εφαρμόσουν τη μάθησή τους σε πραγματικές προκλήσεις ακολουθώντας το παράδειγμα της βιωματικής μάθησης (Kolb, 1984).
- **Σχεδιαστική σκέψη:** Αυτή η διαδικασία οικοδόμησης καινοτομίας ενθαρρύνει τους μαθητές να συμπάσχουν με τις ανάγκες των χρηστών, να ορίζουν προβλήματα, να αναζητούν λύσεις και να δημιουργούν πρωτότυπα. Η σχεδιαστική σκέψη ευθυγραμμίζεται καλά με την προσέγγιση επίλυσης προβλημάτων της βιομίμησης (Brown, 2009).
- **Μάθηση με βάση την έρευνα:** Οι μαθητές εξερευνούν ερωτήσεις και διεξάγουν έρευνες για να βρουν λύσεις εμπνευσμένες από τη φύση. Αυτή η μέθοδος ενθαρρύνει την περιέργεια και την ανεξάρτητη μάθηση (Pedaste et al., 2015).
- **Μάθηση βάσει έργου:** Οι μαθητές εργάζονται σε μακροπρόθεσμα έργα που αντιμετωπίζουν προβλήματα του πραγματικού κόσμου, ενσωματώνοντας αρχές βιομίμησης στις λύσεις τους (Blumenfeld et al., 1991; Thomas, 2000).



Co-funded by
the European Union

Χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Ωστόσο, οι απόψεις και οι γνώμες που εκφράζονται είναι αποκλειστικά του/των συγγραφέα/ων και δεν αντικατοπτρίζουν απαραίτητα εκείνες της Ευρωπαϊκής Ένωσης ή του

Ευρωπαϊκού Εκτελεστικού Οργανισμού Εκπαίδευσης και Πολιτισμού (EACEA). Ούτε η Ευρωπαϊκή Ένωση ούτε ο EACEA μπορούν να θεωρηθούν υπεύθυνοι για αυτές.

- **Ανεστραμμένη τάξη:** Με την ανασκόπηση υλικού, όπως βίντεο και αναγνώσεις, πριν από το μάθημα, οι μαθητές μπορούν να χρησιμοποιήσουν τον χρόνο στην τάξη για συζητήσεις, πρακτικές δραστηριότητες και βαθύτερη εξερεύνηση των εννοιών της βιομίμησης (Bergman and Sams, 2012; Bishop και Verleger, 2013).

Αυτό το ολοκληρωμένο πλαίσιο μάθησης υποστηρίζει την ανάπτυξη δεξιοτήτων αυτορρύθμισης μεταξύ των μαθητών, όπως:

- Ο καθορισμός του στόχου.
- Εσωτερικό κίνητρο.
- Αυτοέλεγχος.
- Αυτοδιδασκαλία.
- Αυτοενίσχυση.

Οι δάσκαλοι μπορούν να εφαρμόσουν το πλαίσιο μάθησης MIMIC του LET για να αναπτύξουν ενεργές, εξατομικευμένες και συνεργατικές διαδρομές μάθησης, ενισχύοντας τη συμμετοχή των μαθητών και τα εκπαιδευτικά αποτελέσματα.

4.2.3 Σχεδιασμός μαθησιακών δραστηριοτήτων με βιομίμηση

Οι πρακτικές μαθησιακές δραστηριότητες είναι απαραίτητες για τη συμμετοχή των μαθητών και την προώθηση της βαθιάς κατανόησης των εννοιών της βιομίμησης. Αυτές οι δραστηριότητες θα πρέπει να ενθαρρύνουν την εξερεύνηση, τη δημιουργικότητα και την πρακτική εφαρμογή.

Τύποι μαθησιακών δραστηριοτήτων:

- **Αναλύσεις μελέτης περίπτωσης:** Παρουσιάστε στους μαθητές μελέτες περιπτώσεων επιτυχημένων καινοτομιών, προτρέποντάς τους να αναλύσουν τη βιολογική έμπνευση, τη διαδικασία σχεδιασμού και τα αποτελέσματα.



Co-funded by
the European Union

Χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Ωστόσο, οι απόψεις και οι γνώμες που εκφράζονται είναι αποκλειστικά του/των συγγραφέα/ων και δεν αντικατοπτρίζουν απαραίτητα εκείνες της Ευρωπαϊκής Ένωσης ή του

Ευρωπαϊκού Εκτελεστικού Οργανισμού Εκπαίδευσης και Πολιτισμού (EACEA). Ούτε η Ευρωπαϊκή Ένωση ούτε ο EACEA μπορούν να θεωρηθούν υπεύθυνοι για αυτές.

- **Εξερεύνηση πεδίου:** Οργανώστε επισκέψεις σε φυσικά περιβάλλοντα όπου οι μαθητές μπορούν να παρατηρήσουν και να τεκμηριώσουν βιολογικές δομές και συστήματα.
- **Προκλήσεις σχεδιασμού:** Αναθέστε προκλήσεις σχεδιασμού ανοιχτού τύπου όπου οι μαθητές πρέπει να αναπτύξουν μια λύση σε ένα πραγματικό πρόβλημα χρησιμοποιώντας αρχές βιομίμησης.
- **Εργαστήρια πρωτοτύπων:** Διεξαγωγή εργαστηρίων όπου οι μαθητές μπορούν να δημιουργήσουν φυσικά ή ψηφιακά πρωτότυπα των σχεδίων τους.
- **Συνεργατικά έργα:** Ενθαρρύνετε την ομαδική εργασία μέσω ομαδικών έργων που απαιτούν διεπιστημονική συνεργασία και συλλογική επίλυση προβλημάτων.
- **Αναστοχασμός και ημερολόγιο:** Ενσωματώστε στοχαστικές δραστηριότητες όπου οι μαθητές τεκμηριώνουν το μαθησιακό τους ταξίδι, τις γνώσεις από τη φύση και την προσωπική τους ανάπτυξη.

Ακολουθεί ένα παράδειγμα μαθησιακής δραστηριότητας που αναπτύχθηκε μέσω εκπαιδευτικών προσεγγίσεων που βασίζονται στη βιομίμηση:

Τίτλος: Σχεδιασμός φιλτραρίσματος νερού εμπνευσμένος από τη φύση.

Στόχος: Σχεδιάστε ένα σύστημα φιλτραρίσματος νερού εμπνευσμένο από φυσικές διεργασίες (π.χ. μαγγρόβια, κοραλλιογενείς ύφαλοι).

Βήματα:

- Ερευνήστε πώς τα φυτά και τα οικοσυστήματα φιλτράρουν φυσικά το νερό.
- Αναπτύξτε ένα εννοιολογικό σχέδιο βασισμένο σε παρατηρούμενες βιολογικές αρχές.
- Δημιουργήστε ένα πρωτότυπο και δοκιμάστε την αποτελεσματικότητά του.
- Παρουσιάστε τα ευρήματα και σκεφτείτε τη βιωσιμότητα της λύσης.



Co-funded by
the European Union

Χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Ωστόσο, οι απόψεις και οι γνώμες που εκφράζονται είναι αποκλειστικά του/των συγγραφέα/ων και δεν αντικατοπτρίζουν απαραίτητα εκείνες της Ευρωπαϊκής Ένωσης ή του

Ευρωπαϊκού Εκτελεστικού Οργανισμού Εκπαίδευσης και Πολιτισμού (EACEA). Ούτε η Ευρωπαϊκή Ένωση ούτε ο EACEA μπορούν να θεωρηθούν υπεύθυνοι για αυτές.

4.3.4 Στρατηγικές αξιολόγησης

Η αξιολόγηση στη μάθηση που βασίζεται στη βιομίμηση θα πρέπει να είναι ολιστική, αξιολογώντας το τελικό προϊόν, τη διαδικασία και τις βασικές ικανότητες που αναπτύσσονται. Ένας συνδυασμός διαμορφωτικών και αθροιστικών αξιολογήσεων διασφαλίζει μια ολοκληρωμένη αξιολόγηση της μάθησης των μαθητών.

Οι μέθοδοι αξιολόγησης μπορεί να περιλαμβάνουν:

- **Ρουμπρίκες:** Αναπτύξτε λεπτομερείς ρουμπρίκες που αξιολογούν τη δημιουργικότητα, την επίλυση προβλημάτων, την ομαδική εργασία, τα ζητήματα βιωσιμότητας και την τεχνική ακρίβεια.
- **Χαρτοφυλάκια:** Ενθαρρύνετε τους μαθητές να συντάξουν ένα χαρτοφυλάκιο που να τεκμηριώνει την έρευνα, τη διαδικασία σχεδιασμού, τα πρωτότυπα και τους προβληματισμούς τους.
- **Παρουσιάσεις:** Αξιολογήστε τους φοιτητές μέσω προφορικών παρουσιάσεων όπου εξηγούν τις λύσεις και αιτιολογούν τις σχεδιαστικές τους επιλογές.
- **Αξιολόγηση από ομοτίμους:** Ενσωματώστε την αξιολόγηση από ομοτίμους για την προώθηση της συνεργατικής μάθησης και την παροχή ποικίλης ανατροφοδότησης.
- **Αυτοαξιολόγηση:** Επιτρέψτε στους μαθητές να προβληματιστούν σχετικά με την απόδοσή τους και τη μαθησιακή τους πρόοδο μέσω εργαλείων αυτοαξιολόγησης.
- **Δοκιμή και αξιολόγηση πρωτοτύπων:** Αξιολογήστε τη λειτουργικότητα, τη σκοπιμότητα και τη βιωσιμότητα των πρωτοτύπων που αναπτύχθηκαν από μαθητές.

Τα παραπάνω μπορούν να εφαρμοστούν σε πλαίσια διαμορφωτικής ή αθροιστικής αξιολόγησης, που αναλύονται παρακάτω:

- **Διαμορφωτική αξιολόγηση:** Παρέχετε συνεχή ανατροφοδότηση μέσω σημείων ελέγχου, συζητήσεων και σχεδίων αναθεωρήσεων. Αυτή η προσέγγιση επιτρέπει τη συνεχή



Co-funded by
the European Union

Χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Ωστόσο, οι απόψεις και οι γνώμες που εκφράζονται είναι αποκλειστικά του/των συγγραφέα/ων και δεν αντικατοπτρίζουν απαραίτητα εκείνες της Ευρωπαϊκής Ένωσης ή του

Ευρωπαϊκού Εκτελεστικού Οργανισμού Εκπαίδευσης και Πολιτισμού (EACEA). Ούτε η Ευρωπαϊκή Ένωση ούτε ο EACEA μπορούν να θεωρηθούν υπεύθυνοι για αυτές.

βελτίωση, επιτρέποντας στους μαθητές να βελτιώσουν την εργασία τους με βάση την εποικοδομητική ανατροφοδότηση. Δίνοντας έμφαση στη μαθησιακή διαδικασία και όχι μόνο στο αποτέλεσμα, η διαμορφωτική αξιολόγηση προάγει τη βαθύτερη κατανόηση και την ανάπτυξη δεξιοτήτων.

- **Αθροιστικές αξιολογήσεις:** Διεξαγωγή τελικών αξιολογήσεων με βάση το ολοκληρωμένο έργο, την παρουσίαση και το συνολικό χαρτοφυλάκιο.

Δεδομένης της έμφασης στην επαναληπτική μάθηση και την ανάπτυξη δεξιοτήτων στην εκπαίδευση βιομίμησης, οι διαμορφωτικές αξιολογήσεις είναι η προτιμώμενη προσέγγιση. Αυτή η μέθοδος διασφαλίζει ότι οι μαθητές λαμβάνουν έγκαιρη ανατροφοδότηση, ενθαρρύνοντας τον προβληματισμό, την προσαρμογή και τη συνεχή πρόοδο σε όλη τη διάρκεια του μαθησιακού ταξιδιού.

Η διαμορφωτική αξιολόγηση μπορεί να υποστηριχθεί από ψηφιακά εργαλεία για να γίνει η ανατροφοδότηση διαδραστική και ελκυστική, όπως τα ακόλουθα:

- **Kahoot®:** Χρησιμοποιείται για γρήγορα κουίζ για τον έλεγχο της κατανόησης των εννοιών της βιομίμησης από τους μαθητές.
- **Mentimeter®:** Χρησιμοποιείται για ζωντανές δημοσκοπήσεις ή σύννεφα λέξεων για τη συλλογή πληροφοριών σχετικά με τη μαθησιακή πρόοδο των μαθητών.
- **Padlet®:** Επιτρέπει στους μαθητές να τεκμηριώσουν και να προβληματιστούν σχετικά με τις ιδέες τους συνεργατικά.
- **Έγγραφα Google® και Jamboard®:** Διευκολύνουν τις αξιολογήσεις από ομοτίμους και τον συνεργατικό καταιγισμό ιδεών.
- **Flip®** (πρώην Flipgrid): Χρησιμοποιείται για να ενθαρρύνει τους μαθητές να υποβάλουν σύντομες σκέψεις βίντεο σχετικά με τη μαθησιακή τους διαδικασία.



Co-funded by
the European Union

Χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Ωστόσο, οι απόψεις και οι γνώμες που εκφράζονται είναι αποκλειστικά του/των συγγραφέα/ων και δεν αντικατοπτρίζουν απαραίτητα εκείνες της Ευρωπαϊκής Ένωσης ή του

Ευρωπαϊκού Εκτελεστικού Οργανισμού Εκπαίδευσης και Πολιτισμού (EACEA). Ούτε η Ευρωπαϊκή Ένωση ούτε ο EACEA μπορούν να θεωρηθούν υπεύθυνοι για αυτές.

5. Προσέγγιση LET's MIMIC για το σχεδιασμό έργων βιομίμησης για μαθητές

Αυτή η ενότητα εστιάζει στα πρακτικά βήματα για την ανάπτυξη έργων βιομίμησης, από τον εντοπισμό προκλήσεων έως τη δημιουργία καινοτόμων λύσεων εμπνευσμένων από τη φύση. Τονίζει επίσης τη σημασία της ανάπτυξης και τεκμηρίωσης περιπτώσιολογικών μελετών για την ενίσχυση της μάθησης και της ανταλλαγής γνώσεων.

5.1 Εντοπισμός προκλήσεων και δηλώσεων προβλημάτων

Μια καλά καθορισμένη δήλωση πρόκλησης ή προβλήματος είναι το θεμέλιο κάθε επιτυχημένου έργου βιομίμησης. Ο εντοπισμός της κατάλληλης πρόκλησης διασφαλίζει ότι οι μαθητές μπορούν να εφαρμόσουν αποτελεσματικά τις αρχές της βιομίμησης για την ανάπτυξη καινοτόμων λύσεων.

Τα βήματα για τον εντοπισμό των προκλήσεων περιλαμβάνουν:

- **Παρατηρήστε και εξερευνήστε:** Ενθαρρύνετε τους μαθητές να εξερευνήσουν το περιβάλλον τους και να παρατηρήσουν περιοχές όπου τα ανθρωπογενή συστήματα θα μπορούσαν να βελτιωθούν μέσω λύσεων εμπνευσμένων από τη φύση.
- **Συνεργαστείτε με τα ενδιαφερόμενα μέρη:** Συμμετέχετε μέλη της κοινότητας, ειδικούς του κλάδου ή άλλους ενδιαφερόμενους φορείς για να εντοπίσετε πραγματικές προκλήσεις που χρειάζονται λύσεις.
- **Εστίαση στη βιωσιμότητα:** Δώστε προτεραιότητα σε προκλήσεις που έχουν περιβαλλοντικές, κοινωνικές ή οικονομικές επιπτώσεις και απαιτούν βιώσιμες λύσεις.
- **Πλαισιώστε τη δήλωση προβλήματος:** Καθοδηγήστε τους μαθητές στη διαμόρφωση σαφών, συνοπτικών δηλώσεων προβλημάτων που καθορίζουν το ζήτημα και θέτουν το



Co-funded by
the European Union

Χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Ωστόσο, οι απόψεις και οι γνώμες που εκφράζονται είναι αποκλειστικά του/των συγγραφέα/ων και δεν αντικατοπτρίζουν απαραίτητα εκείνες της Ευρωπαϊκής Ένωσης ή του

Ευρωπαϊκού Εκτελεστικού Οργανισμού Εκπαίδευσης και Πολιτισμού (EACEA). Ούτε η Ευρωπαϊκή Ένωση ούτε ο EACEA μπορούν να θεωρηθούν υπεύθυνοι για αυτές.

πλαίσιο για λύσεις που βασίζονται στη βιομίμηση. Για παράδειγμα, "Πώς μπορούμε να σχεδιάσουμε ενεργειακά αποδοτικά κτίρια που ρυθμίζουν τη θερμοκρασία φυσικά, εμπνευσμένα από βιολογικά συστήματα όπως οι τύμβοι τερμιτών;"

5.2 Δημιουργία λύσεων εμπνευσμένων από τη βιομίμηση

Μόλις εντοπιστεί μια πρόκληση, το επόμενο βήμα είναι η δημιουργία λύσεων εμπνευσμένων από τη φύση. Αυτή η διαδικασία περιλαμβάνει έρευνα, ιδεασμό και εφαρμογή αρχών βιομίμησης (Deldin and Schuknecht, 2014).

Τα βήματα για τη δημιουργία μιας λύσης περιλαμβάνουν:

- **Ερευνήστε βιολογικά μοντέλα:** Οι μαθητές θα πρέπει να ερευνήσουν πώς η φύση αντιμετωπίζει παρόμοιες προκλήσεις. Για παράδειγμα, μελετώντας πώς τα φύλλα βελτιστοποιούν τη σύλληψη φωτός για το σχεδιασμό ηλιακών πάνελ.
- **Καταιγισμός ιδεών και ιδεασμός:** Διευκολύνετε συνεδρίες καταιγισμού ιδεών όπου οι μαθητές προτείνουν πολλαπλές λύσεις με βάση τη βιολογική τους έρευνα.
- **Επιλογή και βελτίωση:** Παρέχετε στους μαθητές επαναληπτική ανατροφοδότηση για να τους βοηθήσετε να επιλέξουν την πιο εφικτή και αποτελεσματική λύση και να βελτιώσουν τις ιδέες τους.
- **Πρωτότυπο και δοκιμή:** Ενθαρρύνετε τους μαθητές να δημιουργήσουν πρωτότυπα, να δοκιμάσουν τις λύσεις τους και να προσαρμοστούν με βάση την απόδοση και τα σχόλια. Κατά τη δημιουργία πρωτοτύπων, οι μαθητές μπορούν να αντλήσουν έμπνευση από παραδείγματα στη φύση, όπως:
 - **Velcro®:** Εμπνευσμένο από σπόρους γρέζια που κολλάνε στη γούνα των ζώων.
 - **Αυτοκαθαριζόμενες επιφάνειες:** Εμπνευσμένο από το φύλλο λωτού, που απωθεί το νερό και τη βρωμιά.



Co-funded by
the European Union

Χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Ωστόσο, οι απόψεις και οι γνώμες που εκφράζονται είναι αποκλειστικά του/των συγγραφέα/ων και δεν αντικατοπτρίζουν απαραίτητα εκείνες της Ευρωπαϊκής Ένωσης ή του

Ευρωπαϊκού Εκτελεστικού Οργανισμού Εκπαίδευσης και Πολιτισμού (EACEA). Ούτε η Ευρωπαϊκή Ένωση ούτε ο EACEA μπορούν να θεωρηθούν υπεύθυνοι για αυτές.

- **Ενεργειακά αποδοτικός αερισμός:** Εμπνευσμένο από αναχώματα τερμιτών που ρυθμίζουν την εσωτερική θερμοκρασία.

5.3 Ανάπτυξη και τεκμηρίωση περιπτώσιολογικών μελετών

Η τεκμηρίωση έργων βιομίμησης ως περιπτώσιολογικές μελέτες είναι ζωτικής σημασίας για τη μάθηση, τον προβληματισμό και την ανταλλαγή γνώσεων με ένα ευρύτερο κοινό. Μια καλά τεκμηριωμένη μελέτη περίπτωσης υπογραμμίζει ολόκληρη τη διαδικασία, από τον εντοπισμό του προβλήματος έως την εφαρμογή της λύσης και τα αποτελέσματα (Rawlin, 2011).

Τα βασικά στοιχεία μιας μελέτης περίπτωσης βιομίμησης περιλαμβάνουν:

- **Εισαγωγή και ιστορικό:** Παρέχετε το πλαίσιο για το έργο, συμπεριλαμβανομένης της προσδιορισμένης πρόκλησης και της σημασίας της.
- **Βιολογική έμπνευση:** Περιγράψτε τα φυσικά συστήματα ή τους οργανισμούς που ενέπνευσαν τη λύση, αναφέροντας λεπτομερώς τα σχετικά χαρακτηριστικά και τις λειτουργίες τους.
- **Διαδικασία σχεδιασμού και ανάπτυξης:** Περιγράψτε τα βήματα για την ανάπτυξη της λύσης, συμπεριλαμβανομένης της έρευνας, του ιδεασμού, της δημιουργίας πρωτοτύπων και των δοκιμών.
- **Αποτελέσματα και αντίκτυπος:** Παρουσιάστε τα αποτελέσματα του έργου, συμπεριλαμβανομένης της αποτελεσματικότητας και του πιθανού αντίκτυπου της λύσης.
- **Προβληματισμοί και διδάγματα:** Αναλογιστείτε τις επιτυχίες, τις προκλήσεις και τα διδάγματα που αντλήθηκαν κατά τη διάρκεια του έργου.
- **Οπτική τεκμηρίωση:** Συμπεριλάβετε εικόνες, σκίτσα, διαγράμματα και πρωτότυπα για να απεικονίσετε την εξέλιξη του έργου.



Co-funded by
the European Union

Χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Ωστόσο, οι απόψεις και οι γνώμες που εκφράζονται είναι αποκλειστικά του/των συγγραφέα/ων και δεν αντικατοπτρίζουν απαραίτητα εκείνες της Ευρωπαϊκής Ένωσης ή του

Ευρωπαϊκού Εκτελεστικού Οργανισμού Εκπαίδευσης και Πολιτισμού (EACEA). Ούτε η Ευρωπαϊκή Ένωση ούτε ο EACEA μπορούν να θεωρηθούν υπεύθυνοι για αυτές.

Ακολουθεί ένα παράδειγμα μελέτης περίπτωσης που αναπτύχθηκε μέσω εκπαιδευτικών προσεγγίσεων που βασίζονται στη βιομίμηση:

Τίτλος: Σύστημα συλλογής νερού εμπνευσμένο από τη φύση.

Στόχος: Σχεδιασμός συστήματος συλλογής νερού για άνυδρες περιοχές.

Βιολογική έμπνευση: Μελέτη του σκαθαριού της ερήμου Namib, το οποίο συλλέγει νερό από την ομίχλη χρησιμοποιώντας το ανάγλυφο κέλυφός του.

Λύση: Μια συσκευή συλλογής ομίχλης με επιφάνεια που μιμείται το κέλυφος του σκαθαριού, βελτιστοποιώντας την απόδοση δέσμησης νερού.

Αποτελέσματα: Αυξημένα ποσοστά συλλογής νερού σε δοκιμές πεδίου σε σύγκριση με τις παραδοσιακές μεθόδους.

- **Αντανακλάσεις:** Πληροφορίες για τη βελτίωση της επεκτασιμότητας του σχεδιασμού και την εξερεύνηση πρόσθετων βιολογικών μοντέλων για βελτίωση.



Co-funded by
the European Union

Χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Ωστόσο, οι απόψεις και οι γνώμες που εκφράζονται είναι αποκλειστικά του/των συγγραφέα/ων και δεν αντικατοπτρίζουν απαραίτητα εκείνες της Ευρωπαϊκής Ένωσης ή του

Ευρωπαϊκού Εκτελεστικού Οργανισμού Εκπαίδευσης και Πολιτισμού (EACEA). Ούτε η Ευρωπαϊκή Ένωση ούτε ο EACEA μπορούν να θεωρηθούν υπεύθυνοι για αυτές.

6. Υποστήριξη παιδαγωγικών πόρων και εργαλείων

Η αποτελεσματική διδασκαλία στη βιομίμηση απαιτεί την αξιοποίηση καινοτόμων μεθόδων, ψηφιακών εργαλείων και στρατηγικών που ενθαρρύνουν τη συνεργατική μάθηση. Αυτή η ενότητα παρέχει στους εκπαιδευτικούς πρακτικές προσεγγίσεις και πόρους για την ενίσχυση της συμμετοχής των μαθητών και των μαθησιακών αποτελεσμάτων.

6.1 Ενσωματωμένοι ψηφιακοί πόροι και εργαλεία

Τα ψηφιακά εργαλεία ενισχύουν την εκπαίδευση στη βιομίμηση παρέχοντας πρόσβαση σε πόρους, διευκολύνοντας τη συνεργασία και υποστηρίζοντας δημιουργικά έργα.

Τα βασικά εργαλεία και πόροι περιλαμβάνουν:

- **Συστήματα διαχείρισης μάθησης (LMS):** Πλατφόρμες όπως το Google Classroom ή το Moodle βοηθούν στην οργάνωση του περιεχομένου των μαθημάτων, των εργασιών και των συζητήσεων.
- **Πόροι ειδικοί για τη βιομίμηση:** Ιστότοποι όπως το AskNature.org προσφέρουν μια βάση δεδομένων με βιολογικές στρατηγικές και λύσεις που μπορούν να εμπνεύσουν τους μαθητές.
- **Λογισμικό 3D μοντελοποίησης:** Εργαλεία όπως το Tinkercad® ή το SketchUp® επιτρέπουν στους μαθητές να δημιουργούν ψηφιακά πρωτότυπα σχεδίων εμπνευσμένων από τη βιομίμηση.
- **Συνεργατικές πλατφόρμες:** Εργαλεία όπως το Miro®, το Trello® και το Padlet® επιτρέπουν τον καταιγισμό ιδεών, την παρακολούθηση έργων και την ανταλλαγή ιδεών.
- **Βίντεο και πολυμέσα:** Τα βίντεο από πλατφόρμες όπως το YouTube® ή το TED Talks® μπορούν να παρέχουν οπτικές εξηγήσεις και πραγματικά παραδείγματα βιομίμησης.



Co-funded by
the European Union

Χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Ωστόσο, οι απόψεις και οι γνώμες που εκφράζονται είναι αποκλειστικά του/των συγγραφέα/ων και δεν αντικατοπτρίζουν απαραίτητα εκείνες της Ευρωπαϊκής Ένωσης ή του

Ευρωπαϊκού Εκτελεστικού Οργανισμού Εκπαίδευσης και Πολιτισμού (EACEA). Ούτε η Ευρωπαϊκή Ένωση ούτε ο EACEA μπορούν να θεωρηθούν υπεύθυνοι για αυτές.

6.2 Εξωτερικές βάσεις δεδομένων και δίκτυα βιομίμησης

Η βιομίμηση είναι ένα παγκόσμιο κίνημα με πολυάριθμους διαθέσιμους πόρους για περαιτέρω εξερεύνηση. Οι ακόλουθες βάσεις δεδομένων και δίκτυα είναι πολύτιμα εργαλεία για την πρόσβαση σε μελέτες περιπτώσεων βιομίμησης, τη σύνδεση με ειδικούς και την ανακάλυψη καινοτομιών εμπνευσμένων από τη φύση.

Οι βασικοί εξωτερικοί πόροι βιομίμησης περιλαμβάνουν:

- **AskNature:** Ένας εκτενής διαδικτυακός πόρος που δημιουργήθηκε από το Ινστιτούτο βιομίμησης. Προσφέρει μια τεράστια βάση δεδομένων βιολογικών στρατηγικών που οι καινοτόμοι έχουν μεταφράσει σε λύσεις για προκλήσεις σχεδιασμού. Οι δάσκαλοι και οι μαθητές μπορούν να αναζητήσουν καινοτομίες εμπνευσμένες από τη φύση που βασίζονται στην ενέργεια, τις μεταφορές, το νερό και άλλα θέματα.

Δικτυακός τόπος: www.asknature.org

- **Παγκόσμιο Δίκτυο βιομίμησης:** Ένα δίκτυο που συνδέει επαγγελματίες, εκπαιδευτικούς και μαθητές για να ανταλλάξουν ιδέες και γνώσεις και να συνεργαστούν σε έργα. Αυτό το δίκτυο δίνει τη δυνατότητα στους ανθρώπους να μάθουν από άλλους και να αναπτύξουν το κίνημα παγκοσμίως.

Ιστοσελίδα: www.biomimicry.org

- **Bioneers Network:** Ένα δίκτυο που προωθεί τη δύναμη των λύσεων που βασίζονται στη φύση, το Bioneers συγκεντρώνει άτομα και οργανισμούς που εργάζονται στη διασταύρωση της οικολογικής και της κοινωνικής αλλαγής.

Ιστοσελίδα: www.bioneers.org

- **Τοπικές βάσεις δεδομένων βιοποικιλότητας και οικοσυστημάτων:** Διάφορα εθνικά και περιφερειακά αποθετήρια βιοποικιλότητας παρέχουν λεπτομερείς πληροφορίες για την τοπική χλωρίδα και πανίδα. Αυτοί οι πόροι μπορούν να εμπνεύσουν τους μαθητές όταν σχεδιάζουν έργα βιομίμησης. Παραδείγματα περιλαμβάνουν ευρωπαϊκές και εθνικές



Co-funded by
the European Union

Χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Ωστόσο, οι απόψεις και οι γνώμες που εκφράζονται είναι αποκλειστικά του/των συγγραφέα/ων και δεν αντικατοπτρίζουν απαραίτητα εκείνες της Ευρωπαϊκής Ένωσης ή του

Ευρωπαϊκού Εκτελεστικού Οργανισμού Εκπαίδευσης και Πολιτισμού (EACEA). Ούτε η Ευρωπαϊκή Ένωση ούτε ο EACEA μπορούν να θεωρηθούν υπεύθυνοι για αυτές.

βάσεις δεδομένων όπως το Ευρωπαϊκό Ινστιτούτο Βιοπληροφορικής και περιφερειακές προσπάθειες διατήρησης.

- **Εργαστήριο Καινοτομίας του Ινστιτούτου βιομίμησης:** Αυτός ο συνεργατικός διαδικτυακός χώρος βοηθά τους καινοτόμους και τους εκπαιδευτικούς να συνδεθούν με τις λύσεις της φύσης για να αντιμετωπίσουν τις προκλήσεις του ανθρώπινου σχεδιασμού. Οι πόροι, τα διαδικτυακά σεμινάρια και το εργαστήριο καινοτομίας του Ινστιτούτου παρέχουν άμεση πρόσβαση σε έρευνα και έργα αιχμής.

Ιστοσελίδα: www.biomimicry.org/innovation-lab

6.3 Πλατφόρμα LET's MIMIC

Η πλατφόρμα LET's MIMIC παρέχει ολοκληρωμένες πληροφορίες που βοηθούν τους επισκέπτες:

- **Έννοιες βιομίμησης:** Κατανόηση των βημάτων της βιομίμησης.
- **Μεθοδολογικός σχεδιασμός μάθησης LET' MIMIC:** Τεχνικές εκθέσεις για την υλοποίηση του έργου, συμπεριλαμβανομένων μεθοδολογιών.
- **Υπηρεσίες και περιεχόμενο ψηφιακής μάθησης LET's MIMIC:** Άμεση και ανοιχτή πρόσβαση σε ψηφιακές υπηρεσίες για την υποστήριξη της μαθησιακής διαδικασίας βιομίμησης.
- **Περιεχόμενο υποστήριξης εκπαιδευτικών LET's MIMIC:** Το υποστηρικτικό υλικό περιλαμβάνει ένα αυτορυθμιζόμενο κιτ εκμάθησης, εκπαιδευτικές ενότητες, ένα εγχειρίδιο ψηφιακής πλατφόρμας μάθησης και πολλά άλλα.
- **Ενημερωτικό υλικό LET's MIMIC:** Φυλλάδιο και ενημερωτικά δελτία.
- **LET's MIMIC εκδηλώσεις και πληροφορίες διάδοσης:** Εκδηλώσεις, επιστημονικές δημοσιεύσεις και δραστηριότητες διάδοσης, όπως άρθρα στο διαδίκτυο, αναρτήσεις στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης, δελτία τύπου και άλλα.

Δικτυακός τόπος: letsmimic.eu



Co-funded by
the European Union

Χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Ωστόσο, οι απόψεις και οι γνώμες που εκφράζονται είναι αποκλειστικά του/των συγγραφέα/ων και δεν αντικατοπτρίζουν απαραίτητα εκείνες της Ευρωπαϊκής Ένωσης ή του

Ευρωπαϊκού Εκτελεστικού Οργανισμού Εκπαίδευσης και Πολιτισμού (EACEA). Ούτε η Ευρωπαϊκή Ένωση ούτε ο EACEA μπορούν να θεωρηθούν υπεύθυνοι για αυτές.

6.4 Ψηφιακή πλατφόρμα εκμάθησης LET's MIMIC για βιομίμηση

Η πλατφόρμα ψηφιακής μάθησης LET's MIMIC για τη βιομίμηση είναι ένας ψηφιακός χώρος που έχει σχεδιαστεί για να ενισχύσει τη μάθηση μέσω της **μεθοδολογίας σχεδιασμού της διαδικασίας βιομίμησης του LET's MIMIC** (τεχνική έκθεση LET's MIMIC D2.1 PART B – Project-Based Learning Framework for Biomimicry Process Design, 2025). Η ψηφιακή πλατφόρμα προσφέρει ένα συνεργατικό περιβάλλον όπου οι μαθητές και οι εκπαιδευτικοί ΕΕΚ μπορούν να εξερευνήσουν **μαθησιακές διαδρομές βασισμένες σε προβλήματα και αυτορυθμιζόμενες (SRL-P)**.

Βασικά χαρακτηριστικά και στοιχεία της πλατφόρμας είναι:

- **Ενότητα μικρομάθησης:** Αυτή η ενότητα παρέχει σύντομες, εστιασμένες μαθησιακές ενότητες που επιτρέπουν στους εκπαιδευόμενους να συμμετέχουν στην εκπαίδευση με την άνεσή τους, προωθώντας εξατομικευμένες και ευέλικτες μαθησιακές εμπειρίες.
- **Αυτορυθμιζόμενη ενότητα μάθησης:** Αυτή η ενότητα παρέχει περιεχόμενο προσαρμοσμένο στους ατομικούς στόχους, επιτρέποντας στους μαθητές να ορίσουν τις δικές τους μαθησιακές διαδρομές μέσω παιχνιδοποιημένων προκλήσεων.
- **Ενότητα ομαδικής εργασίας:** Αυτή η ενότητα είναι ένας χώρος συνεργασίας που ενθαρρύνει την αλληλεπίδραση, την ανταλλαγή ιδεών και τη σκέψη υψηλότερης τάξης μέσω ομαδικών δραστηριοτήτων.
- **Ενότητα Gamification:** Το Gamification περιλαμβάνει λειτουργίες όπως πόντους, σήματα και βαθμολογικούς πίνακες για να παρακινήσει και να προσελκύσει τους μαθητές.
- **Ενότητα αξιολόγησης:** Αυτή η ενότητα παρακολουθεί την πρόοδο και παρέχει ανατροφοδότηση για να βοηθήσει τους μαθητές να βελτιώσουν την απόδοσή τους.



Co-funded by
the European Union

Χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Ωστόσο, οι απόψεις και οι γνώμες που εκφράζονται είναι αποκλειστικά του/των συγγραφέα/ων και δεν αντικατοπτρίζουν απαραίτητα εκείνες της Ευρωπαϊκής Ένωσης ή του

Ευρωπαϊκού Εκτελεστικού Οργανισμού Εκπαίδευσης και Πολιτισμού (EACEA). Ούτε η Ευρωπαϊκή Ένωση ούτε ο EACEA μπορούν να θεωρηθούν υπεύθυνοι για αυτές.

6.5 Το αυτορυθμιζόμενο κιτ εκμάθησης LET's MIMIC

Η ανάπτυξη εκπαιδευτικών προκλήσεων και περιπτωσιολογικών μελετών αποτελεί ακρογωνιαίο λίθο αυτής της δραστηριότητας, η οποία τεκμηριώνεται σε ένα ολοκληρωμένο έγγραφο που εισάγει μια συλλογή περιπτώσεων που αντιμετωπίζονται μέσω βιομίμησης και ανοιχτών περιπτώσεων για χρήση στην τάξη (LET's MIMIC technical report D3.2 Self-Regulated Learning Kit, 2025). Αυτό το κιτ περιλαμβάνει:

- **Εκπαιδευτικές περιπτωσιολογικές μελέτες για δεξιότητες του 21ου αιώνα:** Ένα ολοκληρωμένο σύνολο 60 περιπτωσιολογικών μελετών που βασίζονται σε προβλήματα της πραγματικής ζωής. Αυτές οι προκλήσεις ενισχύουν τις κριτικές ικανότητες, συμπεριλαμβανομένης της επίλυσης προβλημάτων, της αναλυτικής σκέψης, της δημιουργικής σκέψης, του γραμματισμού ΤΠΕ και των διεπιστημονικών προσεγγίσεων σε θέματα STEM.
- **Τράπεζα πόρων για λύσεις εμπνευσμένες από τη βιομίμηση:** Ένα επιμελημένο αποθετήριο 60 λύσεων εμπνευσμένων από τη βιομίμηση που σχετίζονται με την ηλικία και τα επίπεδα γνώσεων των εκπαιδευομένων ΕΕΚ. Αυτές οι λύσεις βοηθούν τους μαθητές να κάνουν παραλληλισμούς μεταξύ των φυσικών συστημάτων και των ανθρώπινων προκλήσεων, εφαρμόζοντας τη βιομίμηση για να καινοτομήσουν. Οι λύσεις αφορούν τις περιπτωσιολογικές μελέτες που αναφέρονται παραπάνω. Υπάρχει μια αντιστοιχία ένα προς ένα μεταξύ των μαθησιακών προκλήσεων και των λύσεων εμπνευσμένων από τη βιομίμηση.
- **Μια συλλογή από ανοιχτές προκλήσεις που μπορούν να αντιμετωπιστούν μέσω της βιομίμησης:** Οι προκλήσεις ακολουθούν παρόμοια μορφή με τις περιπτωσιολογικές μελέτες, αλλά είναι ανοιχτές, χωρίς να παρέχεται λύση. Προορίζονται για άμεση χρήση στην τάξη από εκπαιδευτικούς και έχουν σχεδιαστεί για να απευθύνονται από μαθητές σε ομάδες για καινοτομία που βασίζεται στη βιομίμηση. Οι εκπαιδευτικοί μπορούν



Co-funded by
the European Union

Χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Ωστόσο, οι απόψεις και οι γνώμες που εκφράζονται είναι αποκλειστικά του/των συγγραφέα/ων και δεν αντικατοπτρίζουν απαραίτητα εκείνες της Ευρωπαϊκής Ένωσης ή του

Ευρωπαϊκού Εκτελεστικού Οργανισμού Εκπαίδευσης και Πολιτισμού (EACEA). Ούτε η Ευρωπαϊκή Ένωση ούτε ο EACEA μπορούν να θεωρηθούν υπεύθυνοι για αυτές.

επίσης να τα χρησιμοποιήσουν ως αναφορά για τη δόμηση πρόσθετων δραστηριοτήτων των μαθητών.

Οι περιπτώσιολογικές μελέτες και οι προκλήσεις έχουν σχεδιαστεί για να ενσωματωθούν στην πλατφόρμα ψηφιακής μάθησης MIMIC του LET και να χρησιμοποιηθούν σε ένα εξαιρετικά διαδραστικό και ελκυστικό ψηφιακό περιβάλλον. Ωστόσο, μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν εκτός σύνδεσης εάν χρειαστεί. Συμμετέχοντας σε αυτή τη διαδικασία, οι μαθητές αποκτούν δεξιότητες βιωσιμότητας και αναπτύσσουν μια βαθύτερη κατανόηση των αρχών της βιομίμησης και της πρακτικής εφαρμογής τους.

6.6 Εκπαιδευτικές ενότητες LET's MIMIC

Οι εκπαιδευτικές ενότητες MIMIC του LET αποτελούν ολοκληρωμένες δραστηριότητες από άκρο σε άκρο που εστιάζουν σε κάθε βήμα βιομίμησης: ορισμός, βιολογικοποίηση, ανακάλυψη, αφαίρεση, μίμηση και αξιολόγηση. Ενσωματώνουν περιεχόμενο από το αυτορυθμιζόμενο εκπαιδευτικό κιτ MIMIC του LET και πρόσθετο περιεχόμενο οργανωμένο με τρόπο που οι εκπαιδευτικοί μπορούν να χρησιμοποιήσουν απευθείας στην τάξη.

Οι εκπαιδευτικές ενότητες είναι μια πρόσθετη πηγή μάθησης για τους εκπαιδευτικούς, βοηθώντας στην οικοδόμηση γνώσεων και δεξιοτήτων των μαθητών στο σχεδιασμό βιομίμησης.



Co-funded by
the European Union

Χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Ωστόσο, οι απόψεις και οι γνώμες που εκφράζονται είναι αποκλειστικά του/των συγγραφέα/ων και δεν αντικατοπτρίζουν απαραίτητα εκείνες της Ευρωπαϊκής Ένωσης ή του

Ευρωπαϊκού Εκτελεστικού Οργανισμού Εκπαίδευσης και Πολιτισμού (EACEA). Ούτε η Ευρωπαϊκή Ένωση ούτε ο EACEA μπορούν να θεωρηθούν υπεύθυνοι για αυτές.

7. Συστάσεις εφαρμογής σε τοπικό πλαίσιο

Η ενσωμάτωση της βιομίμησης στην εκπαίδευση ΕΕΚ απαιτεί προσεκτικές στρατηγικές εφαρμογής, τοπικές προσαρμογές και ισχυρή υποστήριξη των εκπαιδευτικών. Αυτή η ενότητα περιγράφει πρακτικές προσεγγίσεις για να βοηθήσει τους εκπαιδευτικούς να αναπτύξουν αποτελεσματικά το περιεχόμενο του εγχειριδίου και να παρακολουθήσουν τον αντίκτυπό του.

7.1 Προσαρμογή του εγχειριδίου στις τοπικές συνθήκες

Κάθε εκπαιδευτικό περιβάλλον έχει μοναδικές ανάγκες και η προσαρμογή του διδακτικού υλικού βιομίμησης στα τοπικά πλαίσια διασφαλίζει τη συνάφεια και την αποτελεσματικότητα.

Οι βασικές στρατηγικές προσαρμογής στα τοπικά πλαίσια περιλαμβάνουν (Maccioni et al., 2024):

- **Κατανόηση των τοπικών προκλήσεων:** Προσδιορίστε περιφερειακές περιβαλλοντικές ή κοινωνικές προκλήσεις που μπορούν να αντιμετωπιστούν μέσω έργων εμπνευσμένων από τη βιομίμηση. Για παράδειγμα, οι λύσεις λειψυδρίας μπορεί να είναι πιο σχετικές σε άnuδρες περιοχές.
- **Ενσωμάτωση της τοπικής βιοποικιλότητας:** Δώστε έμφαση στην τοπική χλωρίδα και πανίδα στο διδακτικό υλικό, βοηθώντας τους μαθητές να συνδεθούν με το άμεσο περιβάλλον τους.
- **Γλώσσα και πολιτισμική συνάφεια:** Μεταφράστε ή τροποποιήστε το περιεχόμενο ώστε να αντικατοπτρίζει τις τοπικές γλώσσες, τις πολιτιστικές αναφορές και τις διδακτικές πρακτικές.
- **Συμμετοχή ενδιαφερομένων:** Συνεργαστείτε με τοπικές βιομηχανίες, περιβαλλοντικές οργανώσεις και ενδιαφερόμενους φορείς της κοινότητας για να ευθυγραμμίσετε τα έργα βιομίμησης με τις ανάγκες του πραγματικού κόσμου.



Co-funded by
the European Union

Χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Ωστόσο, οι απόψεις και οι γνώμες που εκφράζονται είναι αποκλειστικά του/των συγγραφέα/ων και δεν αντικατοπτρίζουν απαραίτητα εκείνες της Ευρωπαϊκής Ένωσης ή του

Ευρωπαϊκού Εκτελεστικού Οργανισμού Εκπαίδευσης και Πολιτισμού (EACEA). Ούτε η Ευρωπαϊκή Ένωση ούτε ο EACEA μπορούν να θεωρηθούν υπεύθυνοι για αυτές.

7.2 Κατάρτιση και υποστήριξη των εκπαιδευτικών

Οι εκπαιδευτικοί χρειάζονται κατάρτιση και συνεχή υποστήριξη για να προσφέρουν περιεχόμενο βιομίμησης και να διευκολύνουν τη συμμετοχή των μαθητών με αυτοπεποίθηση (Schunk and Mullen, 2013).

Οι στρατηγικές κατάρτισης και υποστήριξης των εκπαιδευτικών περιλαμβάνουν:

- **Εργαστήρια και σεμινάρια:** Διεξαγωγή εκπαιδευτικών συνεδρίων σχετικά με έννοιες βιομίμησης, μεθόδους διδασκαλίας και προσεγγίσεις μάθησης βάσει έργου.
- **Προγράμματα καθοδήγησης:** Συνδυάστε δασκάλους με ειδικούς στη βιομίμηση ή έμπειρους εκπαιδευτικούς που μπορούν να παρέχουν καθοδήγηση και βέλτιστες πρακτικές.
- **Βιβλιοθήκες πόρων:** Αναπτύξτε ένα αποθετήριο διδακτικού υλικού, σχεδίων μαθημάτων και περιπτωσιολογικών μελετών για εύκολη πρόσβαση και αναφορά.
- **Δίκτυα μάθησης από ομοτίμους:** Δημιουργήστε φόρουμ ή ομάδες όπου οι δάσκαλοι μπορούν να μοιραστούν εμπειρίες, προκλήσεις και λύσεις.
- **Συνεχής επαγγελματική ανάπτυξη:** Προσφέρετε ευκαιρίες συνεχούς μάθησης μέσω διαδικτυακών σεμιναρίων, διαδικτυακών μαθημάτων και συνεδρίων που επικεντρώνονται στη βιομίμηση και τις καινοτόμες διδακτικές πρακτικές.

7.3 Παρακολούθηση και αξιολόγηση

Η παρακολούθηση και η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας της εκπαίδευσης στη βιομίμηση είναι απαραίτητη για τη διασφάλιση της επίτευξης των μαθησιακών στόχων και τον εντοπισμό περιοχών προς βελτίωση (Jituafula, 2024).

Οι τεχνικές παρακολούθησης και αξιολόγησης της αποτελεσματικότητας μιας μαθησιακής παρέμβασης βιομίμησης περιλαμβάνουν:



Co-funded by
the European Union

Χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Ωστόσο, οι απόψεις και οι γνώμες που εκφράζονται είναι αποκλειστικά του/των συγγραφέα/ων και δεν αντικατοπτρίζουν απαραίτητα εκείνες της Ευρωπαϊκής Ένωσης ή του

Ευρωπαϊκού Εκτελεστικού Οργανισμού Εκπαίδευσης και Πολιτισμού (EACEA). Ούτε η Ευρωπαϊκή Ένωση ούτε ο EACEA μπορούν να θεωρηθούν υπεύθυνοι για αυτές.

- **Αξιολογήσεις μαθητών:** Οι διαμορφωτικές αξιολογήσεις μπορούν να βοηθήσουν στη μέτρηση της κατανόησης και της εφαρμογής των αρχών της βιομίμησης από τους μαθητές, διασφαλίζοντας συνεχή ανατροφοδότηση και βελτίωση σε όλη τη μαθησιακή διαδικασία. Οι αθροιστικές αξιολογήσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν επιλεκτικά για την αξιολόγηση τελικών έργων ή παρουσιάσεων.
- **Αποτελέσματα έργου:** Αξιολόγηση της ποιότητας και του αντίκτυπου των φοιτητικών έργων, εστιάζοντας στη δημιουργικότητα, την καινοτομία και την εφαρμογή στον πραγματικό κόσμο.
- **Μηχανισμοί ανατροφοδότησης:** Συλλογή σχολίων από μαθητές, δασκάλους και ενδιαφερόμενους φορείς για την κατανόηση των εμπειριών τους και τον εντοπισμό προκλήσεων.
- **Μελέτες επιπτώσεων:** Διεξαγωγή μελετών για τη μέτρηση του μακροπρόθεσμου αντίκτυπου της εκπαίδευσης στη βιομίμηση στις δεξιότητες, τις επιλογές σταδιοδρομίας και τη συμβολή των μαθητών στη βιωσιμότητα.
- **Συνεχής βελτίωση:** Χρησιμοποιήστε δεδομένα αξιολόγησης για να βελτιώσετε το διδακτικό υλικό, τις μεθοδολογίες και τα συστήματα υποστήριξης, διασφαλίζοντας συνεχή συνάφεια και αποτελεσματικότητα.



Co-funded by
the European Union

Χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Ωστόσο, οι απόψεις και οι γνώμες που εκφράζονται είναι αποκλειστικά του/των συγγραφέα/ων και δεν αντικατοπτρίζουν απαραίτητα εκείνες της Ευρωπαϊκής Ένωσης ή του

Ευρωπαϊκού Εκτελεστικού Οργανισμού Εκπαίδευσης και Πολιτισμού (EACEA). Ούτε η Ευρωπαϊκή Ένωση ούτε ο EACEA μπορούν να θεωρηθούν υπεύθυνοι για αυτές.

8. Περαιτέρω ανάγνωση και έρευνα

Για εκπαιδευτικούς, φοιτητές και ερευνητές που επιθυμούν να εμβαθύνουν στον τομέα της βιομίμησης, τα ακόλουθα βιβλία, άρθρα και διαδικτυακοί πόροι είναι απαραίτητα:

Προτεινόμενα βιβλία:

- **Βιομίμηση: Καινοτομία εμπνευσμένη από τη φύση**, από την Janine Benyus Αυτό το πρωτοποριακό βιβλίο εισάγει τις αρχές της βιομίμησης και δείχνει πώς η καινοτομία εμπνευσμένη από τη φύση μπορεί να λύσει μερικές από τις πιο πιεστικές προκλήσεις του κόσμου.

Εκδότης: HarperCollins

- **Design for Life: The Architecture of the Natural World**, από τον Sim Van der Ryn Εστιασμένο στον οικολογικό σχεδιασμό, αυτό το βιβλίο διερευνά πώς τα φυσικά συστήματα και οι οργανισμοί μπορούν να καθοδηγήσουν τον βιώσιμο σχεδιασμό στην αρχιτεκτονική και όχι μόνο.

Εκδότης: Greenleaf Publishing

- **Φύση της τεχνολογίας: Τι είναι και πώς εξελίσσεται**, από τον W. Brian Arthur Μια εξερεύνηση της τεχνολογικής εξέλιξης και του τρόπου με τον οποίο οι διαδικασίες της φύσης μπορούν να αντικατοπτρίζονται στις τεχνολογικές εξελίξεις.

Εκδότης: Ελεύθερος Τύπος



Co-funded by
the European Union

Χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Ωστόσο, οι απόψεις και οι γνώμες που εκφράζονται είναι αποκλειστικά του/των συγγραφέα/ων και δεν αντικατοπτρίζουν απαραίτητα εκείνες της Ευρωπαϊκής Ένωσης ή του

Ευρωπαϊκού Εκτελεστικού Οργανισμού Εκπαίδευσης και Πολιτισμού (EACEA). Ούτε η Ευρωπαϊκή Ένωση ούτε ο EACEA μπορούν να θεωρηθούν υπεύθυνοι για αυτές.

Συμπεράσματα

Αυτό το έγγραφο παρουσίασε μια μεθοδολογία για την υποστήριξη των εκπαιδευτικών στο σχεδιασμό και την ενσωμάτωση στη μάθηση πρακτικών βιομίμησης για καινοτομία εμπνευσμένες από τη φύση, με έμφαση στην ΕΕΚ. Το έγγραφο είναι ένα εγχειρίδιο στο οποίο μπορούν να ανατρέξουν οι εκπαιδευτικοί για έμπνευση σχετικά με τις μεθοδολογίες μάθησης βιομίμησης και την ενσωμάτωση της βιομίμησης στις υπάρχουσες πρακτικές ενεργητικής και βιωματικής μάθησης, ιδιαίτερα σε προβλήματα και έργα. Το έγγραφο παρέχει περαιτέρω βήματα που καθοδηγούν τους εκπαιδευτικούς στο σχεδιασμό δραστηριοτήτων βιομίμησης για μαθητές. Περιγράφει υποστηρικτικούς ψηφιακούς πόρους, τόσο που αναπτύχθηκαν από το έργο LET's MIMIC όσο και εξωτερικούς, όπως βάσεις δεδομένων και δίκτυα βιομίμησης. Το έγγραφο είναι μια πολύτιμη πηγή για τον εμπλουτισμό των πρακτικών ΕΕΚ μέσω της βιομίμησης και την ανάπτυξη δεξιοτήτων καινοτομίας και βιωσιμότητας των μαθητών.



**Co-funded by
the European Union**

Χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Ωστόσο, οι απόψεις και οι γνώμες που εκφράζονται είναι αποκλειστικά του/των συγγραφέα/ων και δεν αντικατοπτρίζουν απαραίτητα εκείνες της Ευρωπαϊκής Ένωσης ή του

Ευρωπαϊκού Εκτελεστικού Οργανισμού Εκπαίδευσης και Πολιτισμού (EACEA). Ούτε η Ευρωπαϊκή Ένωση ούτε ο EACEA μπορούν να θεωρηθούν υπεύθυνοι για αυτές.

Βιβλιογραφικές αναφορές

1. Benyus, J. M. (1997). *Biomimicry: Innovation inspired by nature*. Harper Perennial.
2. Bergmann, J., & Sams, A. (2012). *Flip Your Classroom: Reach Every Student in Every Class Every Day*. International Society for Technology in Education (ISTE).
3. Bhushan, B. (2009). *Biomimetics: Lessons from nature – An overview*. Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences, 367(1893), 1445–1486.
4. Biomimicry Institute (2017). Online at: <http://biomimicry.org>.
5. Bishop, J. L., & Verleger, M. A. (2013). *The Flipped Classroom: A Survey of the Research*. In 120th ASEE Annual Conference & Exposition (pp. 23.1200.1–23.1200.18). American Society for Engineering Education. Online at : <https://peer.asee.org/22585>.
6. Blumenfeld, P. C., Soloway, E., Marx, R. W., Krajcik, J. S., Guzdial, M., & Palincsar, A. (1991). *Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning*. Educational Psychologist, 26(3-4), 369–398. Online at: <https://doi.org/10.1080/00461520.1991.9653139>.
7. This paper provides a foundational definition of PBL, emphasizing student-driven inquiry, real-world relevance, and sustained engagement in meaningful projects.
8. Brown, T. (2009). *Change by Design: How Design Thinking Creates New Alternatives for Business and Society*. Harper Business.
9. Buchem, I., & Hamelmann, H. (2010). Microlearning: A strategy for ongoing professional development. eLearning Papers, 21, 1–15.
10. Deldin, J.-M., & Schuknecht, M. (2014). *The AskNature Database: Enabling Solutions in Biomimetic Design*. In A. K. Goel, D. A. McAdams, & R. B. Stone (Eds.), *Biologically Inspired Design: Computational Methods and Tools* (pp. 17–27). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4471-5248-4_2



Co-funded by
the European Union

Χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Ωστόσο, οι απόψεις και οι γνώμες που εκφράζονται είναι αποκλειστικά του/των συγγραφέα/ων και δεν αντικατοπτρίζουν απαραίτητα εκείνες της Ευρωπαϊκής Ένωσης ή του

Ευρωπαϊκού Εκτελεστικού Οργανισμού Εκπαίδευσης και Πολιτισμού (EACEA). Ούτε η Ευρωπαϊκή Ένωση ούτε ο EACEA μπορούν να θεωρηθούν υπεύθυνοι για αυτές.

11. Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). *From game design elements to gamefulness: Defining “gamification”*. Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference, 9–15. ACM. Online at: <https://doi.org/10.1145/2181037.2181040>.
12. El-Zeiny, R. M. A. (2012). *Biomimicry as a problem-solving methodology in interior architecture*. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 50, 502–512.
13. Hmelo-Silver, C. E. (2004). *Problem-Based Learning: What and How Do Students Learn?* Educational Psychology Review, 16(3), 235–266. <https://doi.org/10.1023/B:EDPR.0000034022.16470.f3>.
14. Hug, T. (2005). Micro Learning and Narration: Exploring possibilities of utilization of narrations and storytelling for the designing of “micro units” and didactical micro-learning arrangements. In Proceedings of the 4th International Conference on Media in Education.
15. Jituafua, A. (2024). *A professional development programme based on biomimicry to improve STEM project creativity of science student teachers*. Journal of Turkish Science Education, 21(4), 705–722. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1457788.pdf>.
16. Kennedy, E. B., Marting, L., & Bai, Y. (2015). *The path to biomimicry: Exploring the process of finding biological strategies for sustainable solutions*. Sustainability, 7(1), 566–579.
17. Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Prentice Hall.
18. LET’s MIMIC project technical report, *Learning Outcomes Matrix for Sustainability Skills in VET* (2025). Online at: <https://letsmimic.eu/project-reports/>.
19. LET’s MIMIC project technical report, *Project-based Learning Framework for Biomimicry Process Design* (2025). Online at: <https://letsmimic.eu/project-reports/>.
20. Maccioni, S., d’Angella, F., De Carlo, M., & Sfogliarini, B. (2024). *Stakeholder Engagement and Triggers for Sustainable Development in Complex Fragile Ecosystems: Evidence from Alpine Trentino Region*. Sustainability, 16(22), 9879. <https://doi.org/10.3390/su16229879>



Co-funded by
the European Union

Χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Ωστόσο, οι απόψεις και οι γνώμες που εκφράζονται είναι αποκλειστικά του/των συγγραφέα/ων και δεν αντικατοπτρίζουν απαραίτητα εκείνες της Ευρωπαϊκής Ένωσης ή του

Ευρωπαϊκού Εκτελεστικού Οργανισμού Εκπαίδευσης και Πολιτισμού (EACEA). Ούτε η Ευρωπαϊκή Ένωση ούτε ο EACEA μπορούν να θεωρηθούν υπεύθυνοι για αυτές.

21. Mejía-Villa, A., Cabra, J. F., & Osman, S. (2023). *Training for Sustainability through Biomimicry and Creative Problem-Solving Processes*. *Journal of Cleaner Production*, 382, 135287. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.135287>.
22. Oguntona, O., & Aigbavboa, C. (2023). *Biomimicry Lessons for Teaching and Learning in Higher Education*. In M. Makua et al. (Eds.), *Proceedings of the 10th Focus Conference (TFC 2023)* (pp. 125-134). Atlantis Press. https://doi.org/10.2991/978-2-38476-134-0_12
23. Pawlyn, M. (2011). *Biomimicry in architecture*. RIBA Publishing.
24. Papert, S. (1993). *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*. Basic Books.
25. Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., de Jong, T., van Riesen, S. A. N., Kamp, E. T., Manoli, C. C., Zacharia, Z. C., & Tsourlidaki, E. (2015). *Phases of Inquiry-Based Learning: Definitions and the Inquiry Cycle*. *Educational Research Review*, 14, 47–61. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003>.
26. Pawlyn, M. (2011). *Biomimicry in Architecture*. RIBA Publishing.
27. Schunk, D. H., & Mullen, C. A. (2013). *Toward a Conceptual Model of Mentoring Research: Integration with Self-Regulated Learning*. *Educational Psychology Review*, 25(3), 361–389. <https://doi.org/10.1007/s10648-013-9233-3>.
28. Thomas, J. W. (2000). *A review of research on project-based learning*. The Autodesk Foundation.
29. Vincent, J. F. V., Bogatyreva, O. A., Bogatyrev, N. R., Bowyer, A., & Pahl, A.-K. (2006). *Biomimetics: Its practice and theory*. *Journal of the Royal Society Interface*, 3(9), 471–482.



Co-funded by
the European Union

Χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Ωστόσο, οι απόψεις και οι γνώμες που εκφράζονται είναι αποκλειστικά του/των συγγραφέα/ων και δεν αντικατοπτρίζουν απαραίτητα εκείνες της Ευρωπαϊκής Ένωσης ή του

Ευρωπαϊκού Εκτελεστικού Οργανισμού Εκπαίδευσης και Πολιτισμού (EACEA). Ούτε η Ευρωπαϊκή Ένωση ούτε ο EACEA μπορούν να θεωρηθούν υπεύθυνοι για αυτές.