

Sustainology

<https://www.eeb3.eu/fr/sustainology/>



Students' Articles in the field of Science

Students' Articles in the field of Arts

Picture by Ioannis Rossidis

Journal Title: Sustainology

Subtitle: *Scientific Review with Students' articles in the field of Science and Arts*

ISSN: [3041-5187]

Peer-Reviewed Scientific Journal

Year of Publication: 2026 | **Volume:** 2 | **Issue:** 2

Publication Frequency: Annual

Publisher

European School of Brussels 3

Boulevard du Triomphe, 135 - 1050 Brussels

Website: <https://www.eeb3.eu/fr/sustainology/>

E-mail: IXL-SUSTAINABILITY@eursc.eu

Copyright: © 2026 European School of Brussels 3

Scientific Committee

Academic Supervisors and Editorial Board:

- Dr. TOULIOPOULOU Eleni – Biology Teacher at EEB3
- Dr. OPATOVÁ Michala – Biology Teacher at EEB3
- Dr. VALENTA Hana – Science Teacher at EEB3
- Dr. KOUTROUBAS Athanasios - National Inspector

Table of content

Editorial	2
Isolation et application de bactériophages contre des bactéries pathogènes	3
Η Επίδραση του Ανθρώπου στο Οικοσύστημα του Πάρκου Woluwe	11
Environmental Assessment Of The Woluwe Park, Brussels Belgium	21
Biodiverzita a společnost	34
The Environmental Lawcast : A publication looking back on the year seven project	43
The role of peatlands in carbon storage and climate change mitigation	46
BetterTogetherProject17	52
A proposal of an environmental educational program in archaeological sites: in the case of Phillipi	56
Closing word	63

Editorial

Welcome to **the second issue of the Sustainology Journal**, dedicated to students' contributions in the fields of Science and Arts. Our goal is to provide a space where curiosity, creativity, and research can be shared across disciplines.

We are grateful to all authors and reviewers who contributed to this issue. The Sustainology Journal recognizes the contributions of its authors and reviewers in every issue by awarding official **online journal badges** that can be included in CVs and professional portfolios.

We hope you find this issue engaging and that it will inspire even more students to share their work in future editions. In the following pages, you will find articles organized by section level, from S2 to S7.

Enjoy reading!

Eleni, Michala and Hana

Isolation et application de bactériophages contre des bactéries pathogènes

Miskolczi Botond

Email : miskolbo@student.eurisc.eu

Abstract :

Les bactériophages (ou phages) sont des virus qui infectent uniquement les bactéries, mais la compatibilité entre ces derniers est précise. Lors de cette recherche, mon objectif a été d'isoler des phages puis de tester leur compatibilité avec 24 cultures bactériennes différentes. Pour cela, j'ai utilisé 2 méthodes : l'isolation depuis des échantillons naturels, et depuis des brins d'ADN de bactéries préalablement infectées. J'ai observé les phages efficaces au microscope électronique et réalisé une expérience permettant de simuler l'utilisation des phages à grande échelle en agriculture.

But de la recherche :

Lors de cette recherche, mon premier but a été de découvrir et isoler des bactériophages efficaces contre 24 espèces de bactéries pathogènes grâce à 2 méthodes. Mon deuxième but a été de comparer les 2 méthodes afin d'identifier celle qui est la plus rapide et efficace pour trouver des bactériophages. Enfin, j'ai également voulu confirmer l'inefficacité des bactériophages contre les cellules eucaryotes.

1. Préparation d'un milieu de culture pour les bactéries :

Ces cultures de bactéries fournissent un milieu idéal pour la multiplication des bactériophages.

Matériel : Luria-Bertani broth (LB) avec concentration en agar de 15 g/L et 5 g/L, boîtes de Pétri, solutions de bactéries.

Méthodologie :

Vingt mL de LB avec une concentration en agar de 15 g/L ont été coulés dans des boîtes de Pétri. Les boîtes de Pétri a été stérilisées à 121°C pendant 20 minutes, puis ont refroidi à

température ambiante pendant 10 minutes. Cinq mL de top agar (LB avec une concentration en agar de 5 g/L) ont été mélangés avec chaque solution de bactéries à faire pousser. Le top agar a été déposé sur la couche de LB qui était déjà dans les boîtes de Pétri. Les boîtes de Pétri ont été laissés à incuber pendant 24 heures.

Figure 1

Genre	Espèce	Méthode d'isolement de phages	Genre	Espèce	Méthode d'isolement de phages
Chryseo-bacterium	luteum	1, 2	Flavobacterium	salmonis	1, 2
	takakiae	1, 2		columnare	2
	indoltheticum	1, 2		acetivorans	2
	endophyticum	1, 2		johnsoniae	2
	polytrichastri	2	Myroides	fluvii	2
	shigense	2		odoratimimus	2
	aquaticum	2	Sphingobacterium	nematocida	2
	scophtalmus	2	Apibacter	raozihei	2
	ureilyticum	2	Pseudomonas	fluorescens	1, 2
	lactis	2		fulva	2
rhizosphaerae	2	Janthinobacterium	lividum	2	
Escherichia	coli	1	Serratia	inhibens	1, 2
Xanthomonas	citri	1		marcescens	1

Figure 1 : récapitule les espèces bactériennes mises utilisées, et la méthode selon laquelle des phages efficaces ont été recherchés contre elles. Des bactéries pathogènes des végétaux (genre *Xanthomonas*), des poissons (genre *Flavobacterium*) et des abeilles (genre *Apibacter*) ont été utilisés.

2. Isolation de bactériophages à partir d'échantillons naturels (Méthode 1) :

Matériel : échantillons naturels, bec bunsen, stérilisateur, centrifugeuse ; 2 tubes à essai, 2 pipettes, une seringue et un filtre à seringue de 0,22 µm par échantillon, 1 béccher par échantillon solide

Méthodologie :

Des échantillons de terre et d'eau ont été prélevés. Le matériel a été stérilisé. Un bec bunsen a été allumé et les filtres ont été attachés aux seringues. Les échantillons solides ont été dilués dans une solution tampon (COOH + CH₃COONa) dans un béccher, et une

attente de 20 minutes a été respectée. Ainsi, les phages et les petites particules ont migré dans le surnageant, tandis que les particules plus lourdes et les bactéries sont restées dans le sédiment. Dix mL de chaque échantillon ont été mesurés avec une pipette et déposés dans un tube à essai. Pour les échantillons solides, le surnageant a été pipeté sans secouer le sédiment.

Ensuite, les tubes à essai ont été centrifugés à 4500 rpm pendant 20 minutes. Cela a permis de séparer une fois de plus le liquide et les particules légères des particules plus lourdes. Ensuite, ils ont été enlevés de la centrifugeuse sans être secoués. Le surnageant de chaque tube à essai a été pipeté et déposé dans une seringue avec un filtre. En passant le surnageant à travers la seringue, le filtre a permis de retenir les particules plus grandes que 0,22 µm, donc plus grandes que les phages. Après filtration, les solutions de bactériophages ainsi obtenus ont été déposés dans une deuxième série de tubes à essai.

Test de l'efficacité des phages :

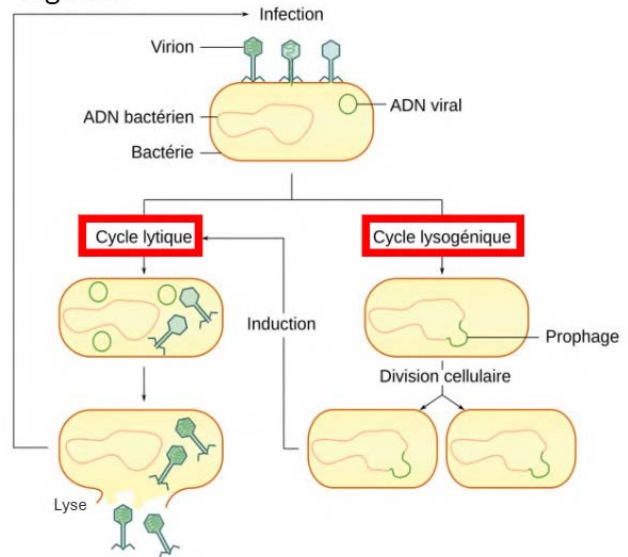
3 mL de chaque solution de phages ont été déposés sur des cultures de 10 espèces bactériennes différentes. Si des plaques de lyse ("trous") se forment dans la culture bactérienne à l'endroit où la solution de phages a été déposée, cela signifie que les phages sont efficaces. En effet, c'est à cet endroit que les phages ont commencé à lyser les bactéries.

3. Isolation à partir d'ADN bactérien (Méthode 2) :

Tout comme les autres virus, les bactériophages ont besoin d'une cellule-hôte pour se reproduire. Après avoir infecté une bactérie, les phages peuvent entamer 2 cycles : le cycle lytique et le cycle lysogénique. Lors du cycle lytique, le phage se multiplie en détruisant la bactérie-hôte. Lors du cycle lysogénique, le phage intègre son ADN viral dans l'ADN de la bactérie, grâce à l'enzyme intégrase contenue dans sa capsid avec le matériel génétique, au lieu de le libérer dans le cytoplasme. Ainsi, à chaque fois que la

bactérie se multiplie, elle réplique aussi indirectement l'ADN du phage, comme on peut le voir sur la Figure 2. Une protéine "répresseur" est également lié à l'ADN viral. Tant que celui-ci est intact, l'ADN viral reste en cycle lysogénique. Il est possible d'induire de force un cycle lytique en soumettant des phages lysogéniques à la mitomycine C (C₁₅H₁₈N₄O₅).

Figure 2



Lors de la réplication de l'ADN bactérien, la mitomycine C crée des puissantes liaisons covalentes entre les 2 brins de l'ADN. Or, pour que la bactérie se multiplie, il faut que son ADN soit en simples brins. Donc, la bactérie produit l'enzyme hélicase pour briser ces liaisons. Cette enzyme dégrade également la protéine "répresseur" qui gardait l'ADN viral en cycle lysogénique, initiant un cycle lytique.

Matériel : solutions de bactéries à tester, bec bunsen, stérilisateur, centrifugeuse, pipette pour la mitomycine C ; 1 tubes à essai et 1 pipette par échantillon ; 1 µg de mitomycine C pour chaque mL de solution de bactéries

Méthodologie :

Le matériel a été stérilisé et un bec bunsen a été allumé. Des solutions de 24 espèces de bactéries ont été décongelées. 20 mL de chaque solution ont été mesurés et déposés dans des tubes à essai. 20 µg de mitomycine C y a été ajoutés à chaque solution. Une

attente de 10 minutes a été respectée pour que la mitomycine fasse effet. Si la solution de bactéries contenait des phages lysogéniques, il devrait y avoir à ce stade des phages et des restes de bactéries lysées dans la solution.

Ces échantillons ont été centrifugés et filtrés de la même façon que les échantillons naturels pour obtenir des solutions pures de phages.

Vérification de la présence de phages :

6x3 mL des solutions ainsi obtenues ont été remises sur des cultures de leurs bactéries-hôtes respectifs pour voir si des plaques de lyse se forment. Si c'est le cas, la solution contient des phages efficaces.

Test sur des cellules eucaryotes :

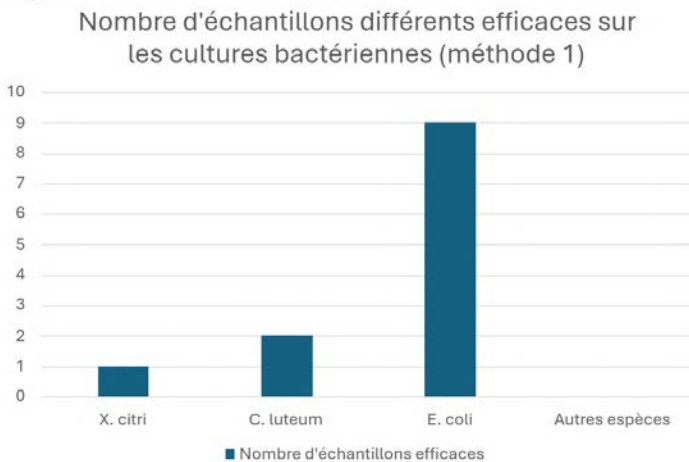
Des cellules de la cavité buccale, de cheveux et de feuilles ont été prélevés. Quelques gouttes de solution de phages isolés depuis la nature ont été déposées dessus pour voir ce qu'il se passe.¹

Résultats :

- Méthode 1 (après 48 heures) :

Avec cette première méthode, des plaques de lyse apparaissent sur les cultures de 3 espèces de bactéries : *X. citri*, *C. luteum* et *E. coli*. Leur nombre est indiqué sur la figure 3. Aucune

Figure 3



¹ Img Source

plaque de lyse n'apparaît sur les 7 autres cultures bactériennes.

Les plaques de lyse sont de taille variable. La figure 4 détaille les diamètres des plaques de lyse correspondant à un certain échantillon dans la culture d'*E. coli*. La figure 4.1 montre la culture d'*E. coli*, et la figure 4.2 la culture de *S. inhibens*.

Figure 4

Nature de l'échantillon	Taille des plaques de lyse chez <i>E. coli</i> (cm)
Eau (canal, Bruxelles)	1,4
Eau du robinet	0,2
Eau (canal, Bruxelles)	1,1
Salive	0
Eau (rivière, Genval)	0,6
Eau (lac, Genval)	0,9
Terre (Bruxelles)	0
Tomate écrasée	1,0
Eau (égouts, Bruxelles)	1,4
Boue (Genval)	1,1
Eau du robinet	0
Eau (Overijse)	1,4
Terre (Bruxelles)	0
Terre (Overijse)	1,0

Figure 4.1

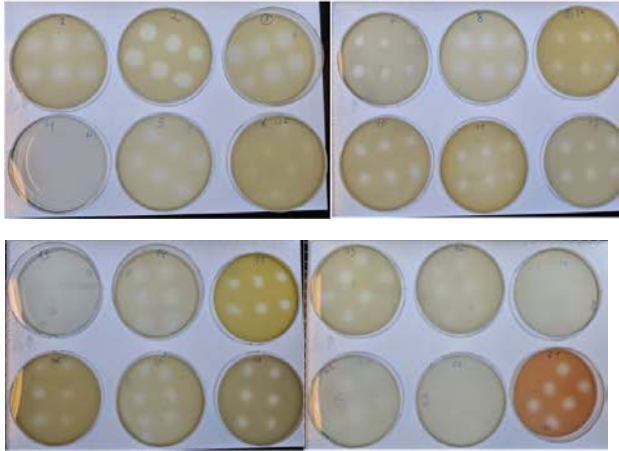
Figure 4.2



- Méthode 2 (après 48 heures) :

Avec la deuxième méthode, des plaques de lyse se forment dans les cultures de 21 bactéries sur 24, comme on peut le voir sur la figure 6.

Figure 6



Les 3 espèces bactériennes dont les cultures sont dépourvues de plaques de lyse sont *C. endophyticum*, *F. columnare* et *J. lividum*. La figure 5 détaille les diamètres moyens des plaques de lyse de chaque culture.

33% des espèces bactériennes testées. Cela donne une bonne impression générale de la compatibilité précise entre phage et bactérie : en testant un phage aléatoire contre une bactérie aléatoire, il y a peu de chance que celui-ci soit efficace. Cette compatibilité fonctionne comme celle entre les protéines et leurs récepteurs spécifiques : il suffit d'une différence d'un acide aminé pour que le récepteur ne reconnaisse pas la protéine. Dans le cas des phages, il suffit qu'un seul acide aminé de leur protéine caudale ne soit pas compatible avec les protéines de membrane de la bactérie pour que la fixation du phage et l'infection n'aient pas lieu.

Cette compatibilité semble être l'une des raisons pour lesquelles les phages ne sont pas universellement efficaces. Il est aussi possible que les autres bactéries possèdent une forme de système de défense anti-phages, par exemple une capacité à modifier leurs protéines de surface en cas de danger.

Figure 5

N.	Espèce bactérienne	Diamètre moyen des plaques de lyse (cm)		Espèce bactérienne	Diamètre moyen des plaques de lyse (cm)
1	<i>C. luteum</i>	1,6	13	<i>F. columnare</i>	0
2	<i>C. takakiae</i>	1,5	14	<i>F. hibernum</i>	1,4
3	<i>C. indoltheticum</i>	1,4	15	<i>F. acetivorans</i>	1,1
4	<i>C. endophyticum</i>	0	16	<i>F. johnsoniae</i>	1,0
5	<i>C. polytrichastri</i>	1,2	17	<i>M. fluvii</i>	1,2
6	<i>C. shigense</i>	0,9	18	<i>M. odoratimimus</i>	1,1
7	<i>C. aquaticum</i>	0,7	19	<i>S. nematocida</i>	1,2
8	<i>C. scopthalmus</i>	1,2	20	<i>A. raozihei</i>	0,7
9	<i>C. ureilyticum</i>	0,9	21	<i>P. fluorescens</i>	0,4
10	<i>C. lactis</i>	0,8	22	<i>P. fulva</i>	0,5
11	<i>C. rhizosphaerae</i>	0,8	23	<i>J. lividum</i>	0
12	<i>F. salmonis</i>	0,7	24	<i>S. inhibens</i>	1,2

- Cellules eucaryotes (après 48 heures)

Aucune plaque de lyse ou autre anomalie n'est visible à l'œil nu sur les échantillons.

Interprétation :

La première méthode semble peu efficace car elle ne montre des résultats positifs qu'avec

La deuxième méthode est beaucoup plus efficace. La quantité de bactéries qui contenaient un phage en cycle lysogénique était surprenamment élevé (21/24, soit 87,5%). Cela est en adéquation avec la théorie selon laquelle la majorité des bactéries dans la nature seraient infectés par des phages lysogéniques. Cependant, dans la nature, les

conditions physico-chimiques ne sont pas toujours idéales pour la dégradation de la protéine "répresseur" du phage, donc ceux-ci restent en cycle lysogénique jusqu'à la mort de la cellule-hôte.

Certaines espèces de phages se multiplient plus rapidement que d'autres, ce qui pourrait expliquer la différence dans la taille des plages de lyse. Une autre explication possible est que la quantité de phages varie grandement d'un habitat naturel à un autre. Les habitats avec le plus de phages (les eaux usées, la terre) semblent être ceux avec le plus de bactéries.

Certaines espèces de bactéries qui ont été testées selon les 2 méthodes (par exemple *P. fluorescens*, *S. inhibens*) résistent uniquement aux phages aléatoires de la méthode 1. Cela suggère que si elles ont des systèmes de défense, ils ne sont universels.

Les 3 espèces de bactérie de la méthode 2 qui ne contenaient pas d'ADN de phage n'avaient donc pas croisé des phages compatibles avec elles avant leur isolation et leur congélation. La congélation n'a pas endommagé les phages lysogéniques, qui ont pu se multiplier normalement.

L'absence de plages de lyse sur les cellules eucaryotes montre que les phages n'ont pas pu se reproduire. Ils sont donc inefficaces contre ce type de cellules.

4. Protocole d'observation au microscope électronique (Philips Tecnai 20)

Préparation des échantillons pour la microscopie :

2 µL de solution de phages à observer et 5 µL d'uranyl-acétate ont été versés sur des fins disques de carbone, visibles sur la figure 7. L'uranyl-acétate a servi à renvoyer plus d'électrons du faisceau pour obtenir une image plus nette. L'excès de liquide a été tamponné. Les échantillons ont été déposés dans le porte-échantillon du microscope, visible sur la figure 8.

Figure 7

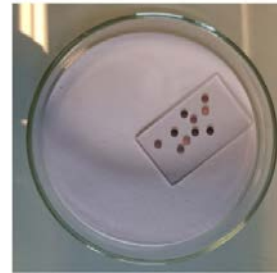
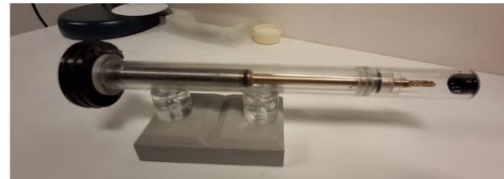


Figure 8



- Utilisation du microscope électronique :

Le microscope a été allumé et l'ordinateur connecté. L'écran de l'ordinateur a montré l'échantillon agrandi. Une attente de 5 minutes a été respectée pour que le vide se fasse dans le microscope. Le porte-échantillon a été inséré dans le microscope en tournant dans le sens anti-horaire. Le faisceau d'électrons a été allumé à 100 kV.

Chaque échantillon a été observé à différents grossissements, positions et intensités de faisceau. Les photos visibles ci-dessous (figures 10.1 à 10.6) ont été prises.

Après les observations, le faisceau d'électrons a été éteint et le porte-échantillon a été retiré lentement dans le sens horaire.

Identification des espèces de phages

Déterminer l'espèce exacte des phages nécessite un séquençage, mais la famille des phages peut déjà être déterminée à l'oeil nu au microscope selon la flexibilité et la longueur de leur queue, ainsi que la forme de leur capsid.

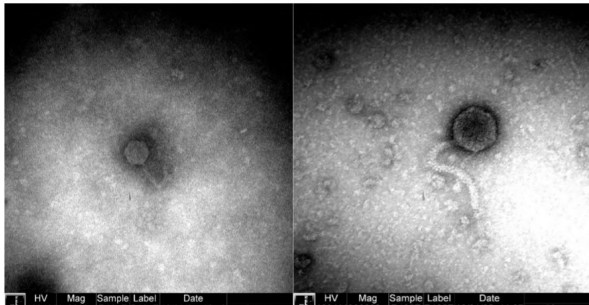
Queue courte: *Podoviridae*

Queue longue et flexible: *Syphoviridae*

Queue longue, raide et potentiellement contractile: *Myoviridae*

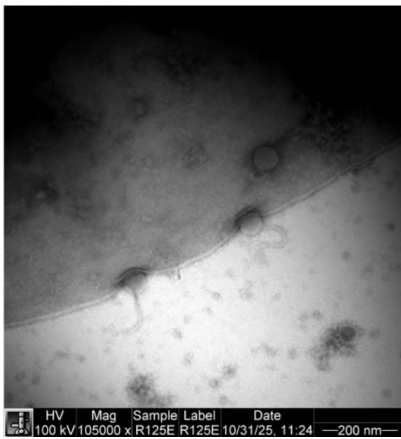
Corps entier allongé: *Inoviridae*

Figure 10.1



La figure 10.1 présente des phages d'*E. coli* à la morphologie typique : une capsid et une longue queue.

Figure 10.2



La figure 10.2 présente des phages d'*E. coli* démontrant un comportement surprenant. Ils semblent tenter de percer la membrane de la bactérie avec leur capsid, alors qu'il devraient le faire avec leur queue. Il s'agit sans doute d'une malformation. La figure 10.3 présente des phages en train de lyser une bactérie *E. coli* et d'en sortir. Cela aboutit à la mort de la bactérie.

Figure 10.3

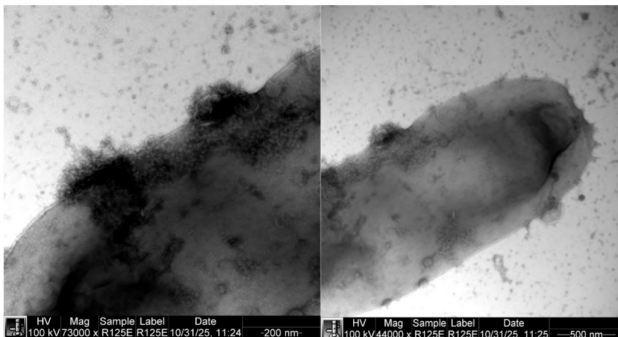
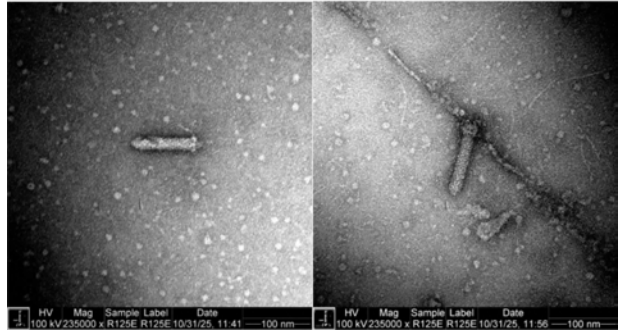
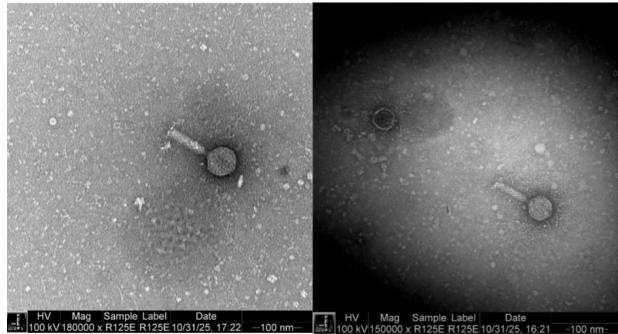


Figure 10.4



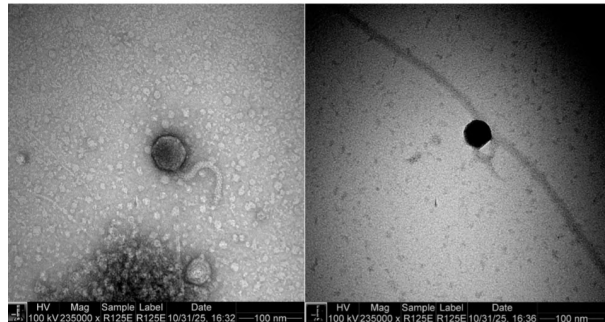
La figure 10.4 montre des phages de *C. luteum*. Ceux-ci sont des inovidés: ils possèdent une très petite capsid. La gaine contractile autour de leur queue est bien visible. C'est une protéine spiralée qui leur permet de mieux percer la membrane plasmique des bactéries.

Figure 10.5



La figure 10.5 présente des phages de *C. scophtalmum*. La figure 10.6 présente des phages de *P. fluorescens*. La deuxième est accrochée à un flagelle de la bactérie.

Figure 10.6



La figure 11 détaille les différentes familles de phages observées dans chaque bactérie-hôte. Certaines bactéries sont donc faibles face à des phages de plusieurs familles. On peut en déduire que ce n'est pas la forme du phage qui détermine la compatibilité, mais bien la composition de ses protéines caudales.

Figure 11

Bactérie-hôte	Famille(s) de phages
<i>E. coli</i> , <i>S. inhibens</i>	Syphoviridae, Myoviridae
<i>C. luteum</i>	Myoviridae, Inoviridae
<i>C. indoltheticum</i> , <i>C. endophyticum</i> , <i>C. shigense</i> , <i>A. raozihei</i> ,	Inoviridae
<i>F. salmonis</i> , <i>C. scopthalmum</i>	Myoviridae
<i>P. fluorescens</i>	Syphoviridae

Test *Xanthomonas citri* :

- But de l'expérience

Ce test a permis de démontrer à quel point les phages sont efficaces contre une véritable infection et s'il est possible de les utiliser à grande échelle en agriculture pour combattre des infections.

- Matériel :

2 plantules de citronnier, bactéries *X. citri*, bactériophages efficaces contre *X. citri*, bouteille à spray

- Déroulement :

Deux plantules de citronnier ont été laissées pousser à 27°C. Un milieu de culture pour des bactéries *Xanthomonas citri*, pathogène du citronnier, a été préparé de la même manière que précédemment, et les bactéries y ont été laissées incubées pendant 24h. Ensuite, les 2 plantules ont été mises en contact avec les bactéries. Après 6 heures, les plantules ont montré des signes d'infection : des taches rouges sur ses feuilles.

La plantule 1 a été arrosée normalement plusieurs fois par jour avec de l'eau contenant des phages efficaces contre *X. citri*. Après 3 jours, les signes de l'infection n'ont pas diminué. Au bout d'une semaine, la plantule meurt.

Sur la plantule 2, des légères coupures ont été réalisées au niveau des feuilles et un spray contenant des phages efficaces en solution a été utilisé pour arroser la plantule directement au niveau des coupures.

Après 3 jours, les signes de l'infection ont grandement diminué, sans disparaître complètement.

Figure 12



Plantule 2, jour 1

Plantule 2, jour 4

- Interprétation

La plantule 1 (figure 12), arrosée normalement, ne peut pas absorber les bactériophages au niveau de ses racines car ils sont trop grands. Ils n'ont donc aucun moyen de rentrer dans l'organisme pour combattre l'infection.

Les bactériophages peuvent rentrer dans la plantule 2 via les coupures et potentiellement les stomates, pour combattre les bactéries. L'infection est contrôlée. Pour qu'elle disparaisse complètement, il faudrait injecter plus des phages à l'intérieur de la plante. Cela sera possible une fois que sa tige sera un peu plus épaisse.

Conclusion :

J'ai découvert des phages efficaces contre 21 espèces de bactéries, notamment des pathogènes de poissons et de végétaux, qui pourraient être utilisés en pisciculture ou en agriculture pour protéger ces ressources alimentaires à plus grande échelle.

Les bactériophages sont inefficaces contre les cellules eucaryotes. Donc, il est possible de les utiliser pour combattre des infections bactériennes sans nuire aux cellules de l'organisme infecté.

Des bactériophages à action ciblée, qui ne visent que certaines espèces de bactéries, pourraient être utilisés en médecine afin de traiter des infections bactériennes sans nuire au microbiote bénéfique de l'organisme infecté.

Remerciements :

Yasmina R'honi et Carmen Pino pour leur patience et leur soutien

Jurenas Dukas, Thomas Delobelle et Baptiste de Luca du Labo de Génétique et Physiologie Bactérienne de l'ULB

Le labo de microscopie électronique du campus Biopark de l'ULB

Bibliographie :

Joana Oliveira, Jennifer Mahony, Laurens Hanemaaijer, Horst Neve, John MacSharry, Douwe van Sinderen (2017, July 17) [Detecting Lactococcus lactis prophage by Mitomycin C-Mediated Induction Coupled to Flow Cytometry Analysis](#)

Jakob T. Rostol, Luciano Maraffini (2019, February 13) [\(Ph\)ighting Phages: How Bacteria Resist Their Parasites](#)

Sanna Sillankorva, Paul Hyman (2023, December) [Isolation of Bacteriophages for Clinically Relevant Bacteria](#)

Marie Touchon, Aude Bernheim, Eduardo PC Rocha (2016, March 2016) [Genetic and Life-History Traits Associated with the Distribution of Prophages in Bacteria](#)

Images :

Figure 2: Depuis planet-vie.ens.fr

Η Επίδραση του Ανθρώπου στο Οικοσύστημα του Πάρκου Woluwe

Κατσάμπα Ευαγγελία

evangelia.katsampa@student.eursc.eu

Κατσανάκη Κωνσταντίνα

konstantina.katsanaki@student.eursc.eu

Μακρίδου Αναστασία

makridan@student.eursc.eu

Περιστέρας Νικόλαος

nikolaos.peristeras@student.eursc.eu

Πιπέρη Κωνσταντίνα

konstantina.piperi@student.eursc.eu



Πρόλογος

- Με αφορμή την διδασκαλία της θεματικής ενότητας της Βιολογίας, οι καθηγητές επέλεξαν να πραγματοποιήσουν μια εκπαιδευτική εκδρομή στο πάρκο Woluwe. Σκοπός ήταν η μελέτη και κατανόηση των φυσικών οικοσυστημάτων και τον ρόλο βιοτικών και αβιοτικών οργανισμών στη διατήρηση ισορροπίας στο περιβάλλον. Μέσα από την βιωματική παρατήρηση, μας δόθηκε η ευκαιρία να συνδυάσουμε τις θεωρητικές γνώσεις που είχαμε αντλήσει από τα μαθήματα με την πρακτική εφαρμογή πειραμάτων. Στη συνέχεια, κληθήκαμε να τεκμηριώσουμε με επιστημονικά επιχειρήματα γιατί η κατασκευή ενός δρόμου μέσα στο δάσος θα επιφέρει ολέθριες συνέπειες στο περιβάλλον, παρουσιάζοντας την αντίθετη οπτική γωνία σ'έναν ανώνυμο επιχειρηματία που επιθυμεί να υλοποιήσει το σχέδιο. Η συγκεκριμένη εργαστηριακή αναφορά παρουσιάζει τα δεδομένα που συλλέξαμε από τις δραστηριότητες σε σχέση με τα συμπεράσματα και την τελική απόφαση, στην οποία καταλήξαμε.

Λέξεις-Κλειδιά

Εκπαιδευτική εκδρομή, Θεματική ενότητα οικολογίας, Πρακτική εφαρμογή- Πειράματα- Δραστηριότητες, Συλλογή και Σύγκριση δεδομένων

1^η Κατηγορία: Αβιοτικοί παράγοντες

Λίμνη

- Αναπόσπαστο κομμάτι του πάρκου αποτελεί η λίμνη. Η όχθη της είναι τεχνητή και αποτελείται από χώμα, πέτρες και μπετόν. Σημαντικό ρόλο έχει η βλάστηση, στη διαμόρφωση της όχθης. Ένας πεσμένο κορμός δέντρου, έχει έκδηλα επηρεάσει ολόκληρη τη δομή της όχθης. Ακόμα, παρατηρείται μια μικρή κλίση τόσο της αριστερής, όσο και της δεξιάς όχθης. Η κοίτη της έχει διαμορφωθεί από μεγάλες πέτρες, λάσπη και οργανικά υλικά, καλύπτοντας μια περιοχή περίπου 10 μέτρα. Το βάθος του νερού υπολογίσθηκε στα 4,2 μέτρα και η ταχύτητα ροής του νερού είναι σχετικά αργή.
- Σχετικά με το νερό της λίμνης, έχει χρώμα καφέ και πράσινο σε ορισμένα σημεία και είναι θολό. Η οξύτητα του (pH) είναι 7, δεν είναι πολύ οξύ αλλά ουδέτερο και καθαρό. Πρόσθετα, η θερμοκρασία του κυμαίνεται κυρίως στους 16,6 °C, φιλοξενώντας πολλά είδη, κυρίως πάπιες και κύκνους. Η συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου 4 mg/l υποδηλώνει χαμηλά επίπεδα οξυγόνου, που μπορεί να είναι ένδειξη ρύπανσης, προκαλώντας ανησυχία σε υδρόβιους οργανισμούς, καθώς το ιδανικό επίπεδο είναι συνήθως άνω των 5 mg/l.
- Επιπλέον, μετρήθηκαν οι τιμές περιεκτικότητας ορισμένων αλάτων στο νερό με την χρήση πεχαμετρικού χαρτιού. Η ποσότητα νιτρικών αλάτων βρέθηκε ίση με 10, φανερώνοντας ότι το νερό έχει υψηλή συγκέντρωση των αλάτων, τα οποία προέρχονται συνήθως από την αποσύνθεση οργανικής ύλης, αποτελώντας και τυπικό των νιτρικών στον κύκλο του αζώτου. Έπειτα, η ποσότητα νιτρικών αλάτων ήταν 1, ιδιαίτερα χαμηλή σε σχέση με το φυσιολογικό, μια ένδειξη πιθανής ανισορροπίας του νερού. Τέλος, τα αμμωνιακά άλατα τα οποία μετρήθηκαν 0,5, τονίζοντας την χαμηλή περιεκτικότητα αμμωνίας, μάλλον λόγω

πρόσφατης αποσύνθεσης οργανικής ύλης. Συνεπώς, υπάρχει υψηλή συγκέντρωση αζώτου με τη μορφή νιτρικών αλάτων στο νερό της λίμνης.

- Ορίζοντας δύο σημεία Α και Β, με απόσταση 3 μέτρα, αφήνουμε ένα φύλλο από το σημείο Α και μετράμε σε πόσο χρόνο διανύει την απόσταση. Καθώς χρειάστηκε 2,7 δευτερόλεπτα, και η ταχύτητα του φύλλου υπολογίστηκε 1,11 m/s, αλλά πολύ σημαντικός παράγοντας αποτελεί η δύναμη του αέρα, αφού μεταβάλλεται. Στην πραγματικότητα, η ταχύτητα του νερού αυξάνεται στα σημεία από τα οποία περνάνε οι πάπιες ή οι κύκνοι. Η ταχύτητα του επηρεάζει τόσο την καθαρότητα του, λόγω του ότι το τρεχούμενο νερό φιλτράρει και μεταφέρει το βρόμικο νερό, όσο και την διάβρωση του εδάφους, καθώς το νερό το οποίο κυλάει με ορμή «φθείρει» το χώμα το οποίο υπάρχει στα πλάγια της λίμνης. Ας μην ξεχνάμε το φαινόμενο της απόθεσης, δηλαδή της τελικής τοποθέτησης υλικών σε μία τελική θέση και παρατηρείται παράλληλα με την διάβρωση, η οποία συμβαίνει στην ακριβώς απέναντι πλευρά ενός ποταμού συνήθως. Τέλος, πιο έντονα πλημμυρικά φαινόμενα (παλίρροια) παρατηρούνται λόγω του φεγγαριού.

Ρύπανση Νερού

- Στις περιοχές όπου υπάρχουν λίμνες και ποτάμια, το νερό συχνά μολύνεται από διάφορα απορρίμματα. Για να διαπιστώσουμε εάν το νερό της λίμνης του πάρκου είναι μολυσμένο, πραγματοποιήσαμε το ακόλουθο πείραμα. Αρχικά, συλλέξαμε ένα δείγμα νερού στο πλαστικό δοχείο που μας είχαν δώσει οι καθηγητές πριν από την αναχώρησή μας από το σχολείο. Το δείγμα έπρεπε να ανακινηθεί έντονα για περισσότερο από ένα λεπτό. Μετά από αυτό το χρονικό διάστημα, παρατηρήσαμε την επιφάνεια του νερού για να καταλάβουμε αν ήταν μολυσμένο ή όχι.

Περιγραφή νερού	Χρόνος εξαφάνισης του αφρού	Ποιότητα νερού
Δεν αφρίζει καθόλου	0	Καλή
Σχεδόν καθόλου	Περίπου 1 sec	Ικανοποιητική
Αφρίζει ελαφρώς	Περίπου 10 sec	Ανεκτή
Αφρίζει λίγο	Μέχρι 5 λεπτά	Χαμηλή
Αφρίζει πολύ	2-4 ώρες	Κακή
Αφρίζει πάρα πολύ	Μέχρι 18 ώρες	Πολύ κακή

- Από τον παραπάνω πίνακα μπορούμε να διαπιστώσουμε ότι το νερό της συγκεκριμένης λίμνης του πάρκου είναι σχεδόν καθόλου μολυσμένο. Αυτό το συμπέρασμα προκύπτει από το γεγονός ότι μετά την ανάμιξη παρατηρήσαμε ότι στο πάνω μέρος του δοχείου δημιουργήθηκε πολύ λίγος αφρός, κάτι που αποδεικνύει ότι το νερό δεν είναι σημαντικά μολυσμένο.

Θερμική Ρύπανση του Νερού

- Η θερμική ρύπανση του νερού είναι η ανθρωπογενής αύξηση της θερμοκρασίας των υδάτινων οικοσυστημάτων. Η απότομη αύξηση της θερμοκρασίας μειώνει την περιεκτικότητα του νερού σε οξυγόνο, γεγονός που επηρεάζει όλους τους οργανισμούς που ζουν στη λίμνη. Όσο πιο αυξημένη είναι η θερμική ρύπανση, τόσο περισσότερο επηρεάζεται η υδρόβια ζωή.
- Δραστηριότητες Μέτρησης
 - 1) Σύγκριση θερμοκρασίας αέρα και νερού: Μετρήσαμε τη θερμοκρασία του αέρα και του νερού (πάντα στο ίδιο βάθος). Οι τιμές που καταγράψαμε ήταν πολύ κοντινές (16-16,5 βαθμούς Κελσίου).
 - 2) Σύγκριση θερμοκρασίας και περιεκτικότητας σε οξυγόνο σε διαφορετικές εποχές: Τη συγκεκριμένη δραστηριότητα δεν μπορέσαμε να την εκτελέσουμε, καθώς η εκδρομή ήταν μονοήμερη. Για να συγκρίνουμε μετρήσεις σε ημέρες ή εποχές με σημαντικές καιρικές αλλαγές, θα χρειαζόταν μακροχρόνια παρακολούθηση.
 - 3) Επίσκεψη σε περιοχή με αστικά λύματα: Ούτε αυτή τη δραστηριότητα μπορέσαμε να εκτελέσουμε, καθώς στα σημεία που επισκεφθήκαμε δεν υπήρχαν αγωγοί αστικών λυμάτων.



Απορρίμματα και Ρύπανσης

- Κατά τη διάρκεια της περιήγησής μας στο πάρκο, παρατηρήσαμε διάφορα απορρίμματα εντός και εκτός κοίτης. Τα απορρίμματα που εντοπίσαμε παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

Είδος απορρίμματος	Εντός κοίτης	Εκτός κοίτης	Ποσότητα
--------------------	--------------	--------------	----------

Σακούλα για ψώνια		✓	1
Σκηνή		✓	1
Πλαστικά ποτυράκια		✓	2
Πλαστικά πιατάκια		✓	3
Μπλούζα		✓	1
Μπουκάλι		✓	4
Τενεκεδάκια	✓		3
Τσιγάρα		✓	3
Χαρτιά-σημειώσεις	✓		
Σωληνάριο κρέμας		✓	4

- Σύμφωνα με τα δεδομένα του παραπάνω πίνακα, αντιλαμβανόμαστε ότι τα περισσότερα απορρίμματα βρίσκονταν εκτός κοίτης, αν και ξαφνιαστήκαμε με τον αριθμό σβησμένων αποτσίγαρων σε κοντινή απόσταση από τους κάδους. Αρκετά αλλόκοτη μας φάνηκε μια εγκαταλελειμμένη σκηνή, την οποία περιτριγύριζαν μερικά ρούχα και κονσερβοκούτια. Σε γενικές γραμμές το πάρκο, παρά την έκταση του, διατηρείται καθαρό. Θα μπορούσε αναμφίβολα να βελτιωθεί η κατάσταση εάν δεν ρυπαίναμε την περιοχή με προσωπικά απόβλητα.

Μέτρηση Υγρασίας Εδάφους

- Πρώτη μας δραστηριότητα ήταν η μέτρηση της υγρασίας του εδάφους. Σύμφωνα με τις μετρήσεις, πλησιάζοντας τη λίμνη, η υγρασία του εδάφους ήταν περίπου 2 βαθμούς. Δίπλα από τις ρίζες των δέντρων η υγρασία ήταν κοντά στο 0, ενώ όσο απομακρυνόμασταν από τη λίμνη και από τα δέντρα, η τιμή κυμαινόταν από 1 έως 2 βαθμούς. Στο συγκεκριμένο πείραμα, εντυπωσιαστήκαμε από την μικρή απόκλιση των τριών τιμών, ενώ περιμέναμε μεγαλύτερη διαφορά.
- Η επόμενη δραστηριότητα ,στην οποία συμμετείχαμε, αφορούσε την ανθρώπινη παρέμβαση στο φυσικό περιβάλλον. Ειδικότερα, κληθήκαμε να υπολογίσουμε τον αριθμό των δέντρων που θα χαθούν στο πάρκο εάν δημιουργηθεί δρόμος. Αρχικά, επιλέξαμε ως δειγματοληπτική επιφάνεια ένα ορθογώνιο τετράπλευρο μήκους 20 μέτρων και πλάτους 10 μέτρων. Μέσα στην επιφάνεια που ορίσαμε, με εμβαδόν 200 τετραγωνικά μέτρα, υπήρχαν οκτώ δέντρα. Συνεπώς, ο αριθμός δέντρων για εκείνη την περιοχή είναι τέσσερα δέντρα ανά τετραγωνικό μέτρο.
- Στη συνέχεια, υπολογίσαμε με τη βοήθεια μιας μετροταινίας, την περίμετρο των κορμών των δέντρων σε εκατοστόμετρο, βρίσκοντας για μέση περίμετρο την τιμή 170,5 τετραγωνικά εκατοστά. Αντίστοιχα, ακολουθήσαμε την ίδια διαδικασία ώστε να βρούμε το ύψος των δέντρων, καταλήγοντας σε τιμή μέσου ύψους 24 μέτρα.

Έπειτα, υπολογίσαμε την μέση ηλικία των δέντρων του δείγματος, περίπου 68 ετών, διαιρώντας την μέση περίμετρο με τον σταθερό αριθμό 2,5.

- Υστερα, καταγράψαμε τους κυριότερους θάμνους της οριοθετημένης περιοχής, και καταλήξαμε στα παρακάτω αποτελέσματα. Υπήρχαν τρεις βατομουριές, δύο λεβάντες, δύο κισσοί και μία κρανιά. Συμπεριλαμβάνοντας τις παρατηρήσεις μας, αντιληφθήκαμε πως για την κατασκευή ενός δρόμου με συνολικό εμβαδόν 500 τετραγωνικά μέτρα, θα χαθούν συνολικά 2.000 δέντρα. Η καταστροφή ενός αξιοσημείωτου αριθμού δέντρων όχι μόνο θα διαταράξει την ισορροπία του οικοσυστήματος, αλλά θα επηρεάσει την φυσική ομορφιά και γαλήνη του πάρκου. Εξαιτίας των καυσαερίων και της ηχορύπανσης των οχημάτων, θα αναταραχθούν όσοι οργανισμοί ζουν στην τριγύρω περιοχή και θα εμφανιστούν εκ νέου ζητήματα που τώρα ίσως να μην είναι αντιληπτά/κατανοητά.
- Για την έρευνα της επίδρασης του δάσους στο μικροκλίμα, συγκρίναμε τις μετρήσεις θερμοκρασίας και υγρασίας στην αφετηρία, δηλαδή στο σχολείο και στον τελικό προορισμό μας, το δάσος. Παρατηρήθηκε αύξηση της θερμοκρασίας από 23,8 βαθμούς Κελσίου σε 25,4 βαθμούς Κελσίου. Παρόλ'αυτά, η ένδειξη του ποσοστού της υγρασίας από 57% έδειξε 56%, όταν φτάσαμε στην κεντρική δασική περιοχή. Οι παραπάνω διαφορές θερμοκρασίας πιθανόν οφείλονται στο έδαφος και το μικροκλίμα του δάσους, όπου τα ξηρά φύλλα απορροφούν και διατηρούν θερμότητα ή στην υψηλότερη έκθεση στον ήλιο λόγω ανεπαρκούς σκιάς των φύλλων. Σχετικά με το ποσοστό της υγρασίας, ίσως τα φυτά είχαν χάσει μέρος της υγρασίας τους ή δεν είχε βρέξει για λίγες μέρες στο δάσος.
- Στη συνέχεια εξερευνήσαμε το δάσος «με τις αισθήσεις μας», διακρίνοντας διαφορετικούς ήχους όπως το μελωδικό κελάηδισμα πουλιών και το χαρακτηριστικό κράξιμο των παπιών της λίμνης. Σύμφωνα με το ζητούμενο της ακόλουθης δραστηριότητας, κάναμε μια αναζήτηση χρησιμοποιώντας την αφή, τα χρώματα και τα αρώματα. Αρχικά, εντυπωσιαστήκαμε από έναν κορμό δέντρου πεσμένο στη λίμνη. Δύο διαφορετικοί καρποί που εντοπίσαμε ήταν το κουκουνάρι και το κάστανο, ενώ ευχάριστη μυρωδιά έφερε η λεβάντα. Αργότερα, βρήκαμε μια αγκαθωτή τσουκνίδα και μερικά σβησμένα αποτσίγαρα, ως κάτι ξένο προς το δάσος.
- Μετά από λίγη ώρα εντοπίσαμε μια περιοχή με παχύ στρώμα φύλλων και παρατηρήσαμε τη φυλλοστρωμνή, το έδαφος και μερικούς αποικοδομητές. Κάποιοι βιοτικοί οργανισμοί που διακρίναμε ήταν ζώα του δάσους όπως σκουλήκια, μυρμήγκια, πασχαλίτσες και μήκυτες όπως μανιτάρια. Ρόλος των ζώων (αποικοδομητών) είναι η διάσπαση της οργανικής ύλης, καθώς τρέφονται με νεκρά φύλλα και η δημιουργία ενός θρεπτικού εδάφους, εμπλουτίζοντας το χώμα με οργανικές ουσίες που αποβάλλουν. Αντίστοιχα, οι μύκητες δημιουργούν το χούμου, οργανικό έδαφος με θρεπτικές ουσίες που συμβάλλουν στην ανάπτυξη των φυτών και στη διάσπαση ουσιών που τα ζώα δεν επεξεργάζονται.

- Εάν έλειπε το έδαφος από το δάσος, δεν θα μπορούσαν να φυτρώσουν δέντρα ή άλλα φυτά, αφού οι ρίζες τους χρειάζονται το έδαφος για νερό και θρεπτικά συστατικά. Επιπλέον, δεν θα υπήρχαν μικροοργανισμοί του εδάφους. Πρόσθετα, δε θα συγκρατούνταν το νερό και η υγρασία, μετατρέποντας το κλίμα σε ξηρό και αφιλόξενο για ζωικούς οργανισμούς. Συνεπώς, δεν θα υπήρχε ζωή χωρίς το έδαφος στο δάσος, διότι θα έμενε μόνο ένας «γυμνός» χώρος.



2^η Κατηγορία: Βιοτικοί Παράγοντες

Χλωρίδα

Η λίμνη του πάρκου Woluwe αποτελεί έναν μοναδικό βιότοπο που και έχει μεγάλη βιολογική ποικιλότητα . Στο εσωτερικό των λιμνών μεγάλες περιοχές καλύπτονται από υδρόβια βλάστηση με βυθισμένα είδη, όπως τα μυριόφυλλα, κερατόφυλλα οι ποταμογείτονες κ.λπ. Στην περιοχή γύρω από την λίμνη αναπτύσσονται εκτεταμένοι καλαμώνες που φτάνουν μέχρι και βάθος νερού 1,5 m. Επίσης περίπου στην μέση της λίμνης βρίσκεται ένα μικρό “ νησί ” το οποίο φυλοξενεί φυτά όπως άλισμα, άκορο και νούφαρα.

Είδη δέντρων	Περιφέρεια	Ύψος
<u>Giant Sequoia (<i>Sequoiadendron giganteum</i>) "116"</u>	8.66 m - 1.50 m	~ 33 m
<u>Baldcypress (<i>Taxodium distichum</i>) "1873"</u>	3.56 m - 1.50 m	34.60 m

<u>Eastern Black Walnut (<i>Juglans nigra</i>) "4031"</u>	~ 3.50 m - 1.30 m	33.60 m
<u>Southern Red Oak (<i>Quercus falcata</i>) "4025"</u>	3.29 m - 1.30 m	~ 34 m
<u>Sessile Oak (<i>Quercus petraea</i>) "4028"</u>	3.10 m - 1.30 m	33.20 m
<u>Pin Oak (<i>Quercus palustris</i>) "4024"</u>	2.76 m - 1.30 m	34.40 m
<u>Japanese Zelkova (<i>Zelkova serrata</i>) "4026"</u>	2.43 m - 1.30 m	28 m
<u>Service-tree (<i>Sorbus domestica</i>) "4039"</u>	2.41 m - 1.30 m	27 m
<u>Service-tree (<i>Sorbus domestica</i>) "4029"</u>	1.93 m - 1.30 m	26.40 m
<u>Silver Birch (<i>Betula pendula</i>) "4027"</u>	1.46 m - 1.30 m	30.40 m
<u>Giant Sequoia (<i>Sequoiadendron giganteum</i>) "1068"</u>	?	?
<u>Black Poplar (<i>Populus nigra</i>) "4032", 'Italica'</u>	?	38.60 m

Όπως παρατηρείται στον πίνακα, το δάσος Woluwe φιλοξενεί πολλά και διαφορετικά είδη δέντρων από διάφορα μέρη του κόσμου, όπως την Ευρώπη, την Αμερική και την Ασία. Η μεγάλη ποικιλία ειδών προσφέρει πλούσια βιοποικιλότητα, δημιουργεί σκιά και καθαρό αέρα, και κάνει το Woluwe έναν χώρο όπου η φύση και ο άνθρωπος συνυπάρχουν αρμονικά. Τα περισσότερα δέντρα φτάνουν ύψη 30 έως 35 μέτρων, σχηματίζοντας ένα πυκνό στρώμα φύλλων που προσφέρει καταφύγιο σε πουλιά, έντομα και μικρά θηλαστικά.

Όσο αφορά την πιο χαμηλή βλάστηση, το πάρκο φιλοξενεί μια μεγάλη ποικιλία θάμνων, όπως μουριές, πικροδάφνες, γκαϊλάρδιες και ράμνους, που προσθέτουν χρώμα και ομορφιά σε κάθε διαδρομή.

Την ατμόσφαιρα συμπληρώνουν αρωματικά ποώδη φυτά, όπως η γκάουρα, η μαργαρίτα, το γεράνι και η διμορφοθήκη, γεμίζοντας τον χώρο με ευωδιές και ζωηρά χρώματα.

Πανίδα

- Πάπιες, κύκνοι, χήνες και άλλα υδρόβια πτηνά συχνάζουν στο βράχο της λίμνης. Οι πεταλούδες συλλέγουν νέκταρ από τα λουλούδια των ξηρών και υγροτόπων λιβαδιών κατά τους καλοκαιρινούς μήνες. Νυκτόβια ζώα κάνουν την εμφάνισή τους τις νυχτερινές ώρες. Άλλα ζώα που βρήκαν καταφύγιο στο δάσος είναι ο κόκκινος σκίουρος, η αλεπού, ο λαγός και ένα είδος Ευρωπαϊκού βατράχου στο μέγεθος ενός αντίχειρα!

Συμπερασματικά το πάρκο Woluwe είναι σπίτι σε μια ευρεία ποικιλία δέντρων και θάμνων όπως και ζώων. Αυτό βοηθάει στην διατήρηση της ισορροπίας της τροφικής αλυσίδας που οδηγούν σε ένα ώριμο, σταθερό και βιοποικιλόμορφο δασικό οικοσύστημα,

Χαρακτηριστικά περιοχής

- Η περιοχή την οποία μελετήσαμε αποτελεί ένα πολυσύνθετο οικοσύστημα το οποίο παρουσιάζει ορισμένα χαρακτηριστικά. Αρχικά, πρόκειται για μια ημιορεινή περιοχή, διότι είναι συνήθως πεδινή αλλά με ορισμένα υψώματα. Οι πεδιάδες δεν είναι εκτεθειμένες στον ήλιο λόγω των πυκνών φυλλωσιών των δέντρων. Παρά το γεγονός αυτό όμως, έχουμε αρκετούς λόγους να πιστεύουμε ότι η σημερινή της χρήση διαφέρει αρκετά από την χρήση της πριν από, για παράδειγμα, 60 χρόνια. Ειδικότερα, στη συγκεκριμένη περιοχή, λόγω του ότι σήμερα ευδοκιμούν περισσότερα είδη φυτών από ότι ζώων, πρέπει να υπήρχαν καλλιέργειες, που εκμεταλλεύονταν το γόνιμο έδαφος και την λίμνη. Τέλος, παρατηρήθηκαν ορισμένα απορρίμματα τα οποία ρυπαίνουν τον χώρο και ήταν στην ολομέλεια τους οικιακά.

Καταγραφή δραστηριοτήτων & εγκαταστάσεων στην παρόχθια ζώνη του ρέματος

Δραστηριότητα η εγκατάσταση	Ποια ανθρώπινη ανάγκη ικανοποιεί;	Ποιες είναι οι συνέπειες στο περιβάλλον
Αθλητικές εγκαταστάσεις-Γυμναστηριακά όργανα	Φυσική κατάσταση, άσκηση	Ενόχληση ζώων
Εκπαιδευτικές εκδρομές	Διεύρυνση γνωστικών οριζώντων	Ηχορύπανση
Βόλτες και εξορμήσεις	Αναψυχή, κοινωνικοποίηση	Ρύπανση
Βόλτα κατοικιδίων	Καλλιέργεια δεσμού με το κατοικίδιο	Απόβλητα ζώων
Περπάτημα	Ξεγνοιασιά, αποφόρτιση	Αλλοίωση του φυσικού περιβάλλοντος
Έμπνευση (Ζωγραφική)	Απόλαυση, ηρεμία	Μόλυνση του περιβάλλοντος
Σπίτια	Στέγαση	Καταπάτηση φυσικού χώρου
Υπόνομος	Αποβολή ανθρώπινων περιττωμάτων	Μόλυνση του νερού

Επίλογος

- Σύμφωνα με τις παραπάνω παρατηρήσεις, η εκπαιδευτική εκδρομή στο πάρκο αποδείχθηκε ιδιαίτερα εποικοδομητική, διότι εμπλουτίσαμε τις γνώσεις μας στον τομέα της οικολογίας μέσα από προσωπικές εμπειρίες, αλλά και μπορέσαμε να αξιολογήσουμε τις επιπτώσεις των ανθρώπινων πράξεων στο φυσικό περιβάλλον. Με βάση των αποτελεσμάτων, είναι εμφανές πως η κατασκευή ενός δρόμου στο δάσος πρόκειται για μια κάκιστη ιδέα, διότι θα επιβαρύνει την ήδη βεβαρημένη περιοχή από ανθρώπινες κατασκευές. Αντιθέτως, είναι επιτακτική ανάγκη η έντιμη συνεισφορά των ανθρώπων για την προστασία των φυσικών οικοσυστημάτων και

η αποφυγή ρύπανσης των πράσινων χώρων. Για την επίτευξη αυτού του πολυπόθητου στόχου, η νέα γενιά πρέπει να λάβει άμεση δράση με όποιον τρόπο μπορεί, όπως εμποδίζοντας την κατασκευή έργων υποδομής.

Πηγές

http://www.gaiapedia.gr/gaiapedia/index.php/Αλατότητα_και_ανάπτυξη_των_φυτών

<https://www.realwater.gr/ph-tou-nerou/?srsId=AfmBOopqaJk2HIgDRN9x1pJ8kSEhRAhE7rhjAojxHpU4IA47Xwck58v3>

<https://www.woluwe1150.be/en/culture-and-leasures/walking/espaces-verts-en/>

<https://www.wolusportspark.be/en/about/>

<https://gardens.brussels/fr/espaces-verts/parc-de-woluwe>

Environmental Assessment Of The Woluwe Park, Brussels
Belgium

Συγγραφέας Α: Αντωνία Λουκά

Μαθήτρια 3^{ου} Ευρωπαϊκού Σχολείου Βρυξελλών
antonia-iliana.louka@student.eursc.eu

Συγγραφέας Β: Ηλιάννα Λουκά

Μαθήτρια 3ου Ευρωπαϊκού Σχολείου Βρυξελλών
iliana-foteini.louka@student.eursc.eu

Συγγραφέας Γ: Άγγελος Κατσαγούνος

Μαθητής 3ου Ευρωπαϊκού Σχολείου Βρυξελλών
angelos.katsagounos@student.eursc.eu

Συγγραφέας Δ: Ελευθέριος Καπάτος

Μαθητής 3ου Ευρωπαϊκού Σχολείου Βρυξελλών
kapatoel@student.eursc.eu

Συγγραφέας Ε: Λορέντζος Κοντολαίμης

Μαθητής 3ου Ευρωπαϊκού Σχολείου Βρυξελλών
lorentzos.kontolemis@student.eursc.eu

Περίληψη

Η εργασία αυτή ασχολείται με τη μελέτη του περιβάλλοντος και τους τρόπους με τους οποίους η ανθρώπινη δραστηριότητα επηρεάζει το οικοσύστημα. Στο πλαίσιο της μελέτης πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις και παρατηρήσεις στην περιοχή ενός αστικού πάρκου, όπως καταγραφή απορριμμάτων, ρύπανσης και ανάλυση της ποιότητας του νερού καθώς και παρατήρηση της χλωρίδας και της πανίδας. Επίσης, μελετήθηκε η επίδραση μιας μικρής δασικής περιοχής στο μικρόκλιμα καθώς και οι μικροοργανισμοί και τα μικρά ζώα, που ζουν στο έδαφος. Σκοπός της μελέτης είναι η ανάδειξη του μηχανισμού λειτουργίας ενός οικοσυστήματος, η παρουσίαση των μεταβολών, που προκαλούνται σε αυτό ακόμη και από μικρές ανθρώπινες δραστηριότητες- παρεμβάσεις, καθώς και η καλύτερη κατανόηση της σημασίας της προστασίας του φυσικού περιβάλλοντος.

Λέξεις Κλειδιά: ρύπανση περιβάλλοντος, οικολογία, βιοποικιλότητα, οικοσύστημα

1. Εισαγωγή

Το φυσικό περιβάλλον αποτελεί θεμέλιο για τη ζωή στον πλανήτη μας. Τα πάρκα, οι λίμνες, τα ρέματα και τα δάση είναι μικρά οικοσυστήματα, που φιλοξενούν πολλά είδη φυτών και ζώων, αλλά, ταυτόχρονα, επηρεάζονται άμεσα από τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Η ρύπανση, τα απορρίμματα και η αλόγιστη χρήση χημικών ουσιών, όπως, π.χ., τα απορρυπαντικά, μπορούν να προκαλέσουν σοβαρά προβλήματα στο έδαφος, στο νερό και στη βιοποικιλότητα.

Η εργασία αυτή έχει ως αντικείμενο το να εντοπίσει και να αναδείξει πως οι ανθρώπινες δραστηριότητες επηρεάζουν ένα μικρό οικοσύστημα, χρησιμοποιώντας ως πεδίο έρευνας το περιβάλλον ενός πάρκου, και πιο, συγκεκριμένα, του πάρκου Woluwe στις Βρυξέλλες του Βελγίου. Στο πλαίσιο της έρευνας πραγματοποιήθηκαν διάφορες μετρήσεις και παρατηρήσεις, που αφορούν στη συστηματική καταγραφή των απορριμμάτων στην περιοχή του πάρκου, στη ρύπανση του νερού από απορρυπαντικά, στην ανάλυση της ποιότητας του νερού στο ρέμα του πάρκου, στην ενδεικτική απογραφή της χλωρίδας και στην καταγραφή της πανίδας. Επίσης, μελετήθηκε η επίδραση του μικρού δάσους, που βρίσκεται στο πάρκο, στο μικρόκλιμα της περιοχής, μέσα από μετρήσεις θερμοκρασίας και υγρασίας, και, παράλληλα, πραγματοποιήθηκε έρευνα για τους μικροοργανισμούς και τα μικρά ζώα, που ζουν στο έδαφος. Τέλος, στην εργασία αυτή παρουσιάζεται και μία μικρής κλίμακας μελέτη, που στοχεύει στον υπολογισμό της πυκνότητας των δέντρων σε μια περιορισμένη περιοχή και στην εκτίμηση του αριθμού των δέντρων, που ενδέχεται να χαθούν σε περίπτωση διάλυσης δρόμου.

Μέσα από αυτή την εργασία, επιδιώκεται, αφενός, μία καλύτερη γνωριμία με το φυσικό περιβάλλον, κι, αφετέρου, η ευαισθητοποίηση για τη σημασία της προστασίας του περιβάλλοντος και η κατανόηση της αναγκαιότητας για φροντίδα της φύσης, ξεκινώντας από απλές καθημερινές πράξεις. Παράλληλα, ο σκοπός αυτής της συνολικής αυτής εκπαιδευτικής δράσης αφορά και στην αξιοποίηση των γνώσεων των μαθητών στην οικολογία και στην καλύτερη κατανόηση των επιμέρους παραμέτρων και μεθοδολογιών, που σχετίζονται με τη διεξαγωγή μίας πρακτικής έρευνας στον τομέα της μελέτης του περιβάλλοντος.

2. Γενική Μεθοδολογία – Μέρη της έρευνας

Η έρευνα στην οποία βασίστηκε η εργασία αυτή διεξάχθηκε στο πάρκο Woluwe (Εικόνα 1) την Παρασκευή 19 Σεπτεμβρίου 2025 και διήρκησε συνολικά τρεις (3) ώρες. Το πρώτο σημείο που ερευνήθηκε στο πάρκο ήταν το μικρό δασάκι και στη συνέχεια μελετήθηκε μία πιο ανοιχτή περιοχή κοντά στη λίμνη του πάρκου. Επίσης, συλλέχθηκαν πληροφορίες και από το νερό της λίμνης. Συνοπτικά, ερευνήθηκαν πολλά σημεία του πάρκου και συγκεντρώθηκαν σημαντικές πληροφορίες και μετρήσεις, που θα αναλυθούν στη συνέχεια.



Εικόνα 1. Γενική άποψη του πάρκου

Η έρευνα αυτή υλοποιήθηκε από μία ομάδα των έξι ατόμων, και κάθε μέλος είχε αναλάβει ένα επιμέρους αντικείμενο της έρευνας. Η παρούσα μελέτη περιλαμβάνει τρία μέρη, όπως συνοπτικά παρουσιάζονται παρακάτω και αναλύονται διεξοδικά στις επόμενες ενότητες:

- Πρώτο (1ο) μέρος/μέλος: Ρύπανση
Καταγραφή απορριμμάτων και ρύπανση νερού από απορρυπαντικά.
- Δεύτερο (2ο) μέρος/μέλος: Μελέτη Νερού - Χλωρίδας - Πανίδας
Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά νερού, χημικές αναλύσεις νερού, μέτρηση ταχύτητας νερού, καταγραφή δραστηριοτήτων στην παρόχθια ζώνη του ρέματος, καταγραφή χλωρίδας στην όχθη του ρέματος, καταγραφή πανίδας που συναντάται στο ρέμα, θερμική ρύπανση νερού, ρύπανση από απορρυπαντικά, δομικά και χαρακτηριστικά του ρέματος και συνολική αναγνώριση-αξιολόγηση της εξεταζόμενης περιοχής.
- Τρίτο (3^ο) μέρος/μέλος: Δάσος
Έρευνα της επίδρασης του δάσους στο μικρόκλιμα, μέτρηση θερμοκρασίας και υγρασίας, έρευνα της εδαφοπανίδας και ειδική μελέτη υπολογισμού της πυκνότητας των δέντρων σε μια περιορισμένη περιοχή και εκτίμησης του αριθμού των δέντρων που θα χαθούν σε περίπτωση διάνοιξης δρόμου.

3. Πρώτο (1^ο) μέρος: Ρύπανση

3.1 Καταγραφή στερεών απορριμμάτων στο νερό και στο έδαφος

Η ρύπανση του φυσικού περιβάλλοντος από στερεά απορρίμματα αποτελεί ένα από τα σοβαρότερα προβλήματα των σύγχρονων κοινωνιών. Ιδιαίτερα σε χώρους αναψυχής, όπως τα πάρκα, αλλά και στους δρόμους που οδηγούν σε αυτά,

παρατηρείται συχνά η ανεξέλεγκτη απορριψη σκουπιδιών (Πίνακας 1). Το φαινόμενο αυτό όχι μόνο αλλοιώνει την αισθητική εικόνα του τοπίου, αλλά επηρεάζει και τη βιοποικιλότητα, τη δημόσια υγεία και την ποιότητα ζωής των κατοίκων.

Στο πλαίσιο αυτής της έρευνας καταγράφηκαν τα πιο συνηθισμένα είδη απορριμμάτων, που εντοπίστηκαν στο πάρκο και στον δρόμο προς αυτό. Τα απορρίμματα που εντοπίστηκαν προέρχονται κυρίως από ανθρώπινες δραστηριότητες, όπως το φαγητό και το κάπνισμα μέσα ή γύρω από το πάρκο. Η παρουσία τους έχει σημαντικές επιπτώσεις, όπως αισθητική υποβάθμιση του τοπίου, κίνδυνο για τα ζώα που μπορεί να τα καταπιούν, ρύπανση του εδάφους και του νερού, αλλά και κινδύνους για τη δημόσια υγεία (π.χ., μικρόβια σε μάσκες ή χαρτομάντηλα).

Η έρευνα κατέδειξε ότι η ανεξέλεγκτη ρίψη απορριμμάτων αποτελεί πρόβλημα τόσο στους χώρους πρασίνου όσο και στον δρόμο προς αυτούς.






Η περιβαλλοντική εκπαίδευση, η ενίσχυση της οικολογικής συνείδησης και η δημιουργία υποδομών (κάδοι ανακύκλωσης, πινακίδες ενημέρωσης, δράσεις καθαρισμού) μπορούν να μειώσουν σημαντικά το πρόβλημα. Η καλλιέργεια υπεύθυνης στάσης απέναντι στο περιβάλλον είναι αναγκαία, ώστε οι χώροι αναψυχής να παραμένουν καθαροί και ασφαλείς για όλους.

Είδος απορριμματος	Εντός κοίτης/χώρου	Εκτός κοίτης/χώρου (δρόμος)	Ποσότητα*	Προέλευση (πώς βρέθηκαν στον χώρο)
Πλαστικά μπουκάλια	✓	✓	Αρκετά	Τα άφησαν επισκέπτες ή τα έφερε ο αέρας
Χαρτιά – συσκευασίες φαγητού	✓	✓	Αρκετά	Από σνακ που κατανάλωσαν στο δρόμο ή στο πάρκο
Κουτάκια αλουμινίου	✓	✓	Λίγα	Από αναψυκτικά επισκεπτών
Πλαστικές σακούλες		✓	Σποραδικά	Παρασύρθηκαν από τον αέρα
Γόπες τσιγάρων	✓	✓	Πολλές	Από καπνιστές που δεν χρησιμοποίησαν τασάκι
Γυάλινα μπουκάλια		✓	Λίγα	Εγκαταλείφθηκαν στον δρόμο
Φρούτα / φλούδες	✓		Λίγα	Από σνακ επισκεπτών
Σπασμένα παιχνίδια	✓		Σπάνια	Τα παράτησαν παιδιά
Χαρτομάντηλα /μάσκες	✓	✓	Αρκετά	Από χρήση στον δρόμο ή στο πάρκο

Πίνακας 1. Καταγραφή στερεών απορριμμάτων στο πάρκο και στον δρόμο

Ο παρακάτω πίνακας (Πίνακας 2) παρουσιάζει τον χρόνο που χρειάζεται ώστε να αποικοδομηθούν πλήρως ορισμένα υλικά της καθημερινότητας. Παρατηρείται ότι το

πλαστικό απαιτεί τον μεγαλύτερο χρόνο, καθώς πολλά είδη του δεν είναι βιοδιασπώμενα, ενώ το χαρτί αποσυντίθεται πολύ πιο γρήγορα.

Χρόνος αποικοδόμησης				
Πλαστικά 450 χρόνια	Σίδηρο 100 χρόνια	Αλουμίνιο 200-250 χρόνια	Χαρτί-χαρτόνι Λίγες εβδομάδες	Γυαλί εκατομύρια χρόνια
				

Πίνακας 2. Χρόνος αποικοδόμησης ορισμένων αντικειμένων

3.2 Ρύπανση νερού από απορρυπαντικά

Για τη διεξαγωγή της μελέτης αυτής χρησιμοποιήθηκε το τεστ αφρού. Το τεστ αφρού αφορά στη συλλογή νερού (από τη λίμνη) σε ένα δοχείο και στη συνέχεια καλή ανακίνηση για 30 δευτερόλεπτα. Αφού το νερό ηρέμησε, παρατηρήθηκε ο αφρός. Στο τεστ αφρού, εάν ο αφρός διατηρηθεί στην επιφάνεια του νερού για πάνω από ένα λεπτό σημαίνει ότι υπάρχει σε αυτό απορρυπαντικό (βλ. Πίνακα 3).

Περιγραφή νερού	Χρόνος εξαφάνισης του αφρού	Ποιότητα νερού
Δεν αφρίζει καθόλου	0 sec	Καλή
Σχεδόν καθόλου	Περίπου 1 sec	Ικανοποιητική
Αφρίζει ελαφρώς	Περίπου 10 sec	Ανεκτή
Αφρίζει λίγο	Μέχρι 5 λεπτά	Χαμηλή
Αφρίζει πολύ	2-4 ώρες	Κακή
Αφρίζει πάρα πολύ	Μέχρι 18 ώρες	Πολύ κακή

Πίνακας 3. Ταξινόμηση ευρημάτων για τον προσδιορισμό απορρυπαντικού

3.3 Θερμική ρύπανση του νερού

Όταν η θερμοκρασία του νερού ανεβαίνει απότομα, μειώνεται η ποσότητα οξυγόνου που περιέχει. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να δυσκολεύεται η ζωή των οργανισμών που εξαρτώνται από αυτό το οξυγόνο. Η αύξηση της θερμοκρασίας προκαλείται κυρίως από τις βιομηχανίες, οι οποίες απορρίπτουν στο περιβάλλον θερμά νερά ή απόβλητα. Παρόλο που οι μεταβολές στη θερμοκρασία μπορεί να φαίνονται μικρές, έχουν σημαντικές επιπτώσεις στα υδρόβια οικοσυστήματα και στους ζωντανούς οργανισμούς που ζουν σε αυτά. Για να μελετηθεί αυτό το φαινόμενο, πραγματοποιούνται εν γένει διάφορες δραστηριότητες και πειράματα.

4. Δεύτερο (2ο) μέρος: Μελέτη Νερού - Χλωρίδας - Πανίδας

4.1 Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά νερού

Τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του νερού μιας λίμνης αποτελούν μερικές από τις βασικότερες παραμέτρους για την κατανόηση της ποιότητας, της οικολογικής κατάστασης και των διεργασιών, που λαμβάνουν χώρα στο οικοσύστημα της λίμνης.

Τα χαρακτηριστικά αυτά είναι η θερμοκρασία, η θολερότητα, το χρώμα και η αγωγιμότητα του νερού. Γενικά, οι φυσικές ιδιότητες καθαρού νερού είναι: άχρωμο, άοσμο, άγευστο, κλπ. Άρα το ερώτημα που τίθεται προς διερεύνηση στην παρούσα μελέτη είναι: το νερό του ρέματος/λίμνης του πάρκου είναι καθαρό;

Αυτό θα γίνει κατανοητό από τα αποτελέσματα των πειραμάτων που διενεργήθηκαν. Αρχικά, η διαφάνεια του νερού ήταν θολή και το χρώμα ήταν πράσινο προς καφέ. Η θερμοκρασία έφτανε τους 16.5° C, που θεωρείται τιμή καλή έως μέτρια την εποχή που την μετρήσαμε. Τέλος, το διαλυμένο οξυγόνο ήταν 4 mg/l και η οξύτητα νερού ήταν 7.

Η θερμοκρασία μετρήθηκε με ένα ηλεκτρικό θερμόμετρο, το διαλυμένο οξυγόνο υπολογίστηκε με ένα ειδικό όργανο μέτρησης και η οξύτητα του νερού με ειδικά χαρτάκια που είχαν δοθεί στην ομάδα, η οποία διενέργησε το πείραμα.

Οι μετρήσεις ήταν φυσιολογικές, η ήπια θολότητα ήταν φυσιολογική και μπορεί να οφείλεται σε φυσική ανάδευση του νερού από τον άνεμο, παρουσία φυτοπλαγκτού ή μικρή ποσότητα αιωρούμενων ιζημάτων. Η πράσινη απόχρωση οφείλεται κυρίως στην παρουσία φυτοπλαγκτού, που μία μικρή ποσότητα είναι απαραίτητη, η καφέ απόχρωση οφείλεται στην οργανική ύλη, και, βέβαια, η καφέ απόχρωση συνοδεύεται με την θολότητα που παρατηρήσαμε νωρίτερα.

Επίσης, παρατηρήσαμε ότι το διαλυμένο οξυγόνο είχε τιμή 4 mg/l, που θεωρείται σχετικά χαμηλή σε σχέση με τα φυσιολογικά επίπεδα. Αυτό σημαίνει ότι το νερό έχει χαμηλή περιεκτικότητα οξυγόνου αλλά όχι κρίσιμη, και μπορεί να οφείλεται στην αυξημένη περιεκτικότητα οργανικού φορτίου, όπως η λάσπη. Τέλος, παρατηρήσαμε ότι η οξύτητα (pH) του νερού ήταν 7, που θεωρείται ιδανική τιμή για τις περισσότερες λίμνες. Όταν το pH του νερού είναι 7, σημαίνει ότι το νερό είναι ουδέτερο - ούτε όξινο αλλά ούτε αλκαλικό - κι αυτό δείχνει ότι το νερό βρίσκεται σε ισορροπία.

Συνοπτικά αποτελέσματα:

1. Διαφάνεια νερού: θολό |
2. Χρώμα νερού: πράσινο/καφέ
3. Θερμοκρασία νερού: 16.5° C
4. Διαλυμένο οξυγόνο: 4 mg/l
5. Οξύτητα νερού: 7

4.2 Χημικές αναλύσεις νερού

Ένα εξίσου σημαντικό κομμάτι για την ανάλυση του νερού του ρέματος/λίμνης είναι οι χημικές αναλύσεις του νερού. Μετρήσαμε τις συγκεντρώσεις των αλάτων και ανάλογα με τις τιμές διαπιστώσαμε το επίπεδο «υγείας» της λίμνης/ρέματος.

Η συγκέντρωση των νιτρικών αλάτων (NO₃) ήταν 10 mg/l και αυτή η τιμή θεωρείται σχετικά υψηλή, βοηθά στην ανάπτυξη των φυτών, αλλά αν ξεπεράσει ένα όριο μπορεί να προκαλέσει υπερβολική ανάπτυξη φυτοπλαγκτού, κάτι που εξατμίζει το νερό και βλάπτει τους ζωντανούς οργανισμούς.

Στα νιτρώδη άλατα προέκυψε η τιμή 1 mg/l που και αυτή θεωρείται υψηλή. Τα νιτρώδη άλατα είναι τοξικά για τα ψάρια και πιθανόν λόγω έλλειψης οξυγόνου αυτό υποδεικνύει ανεπαρκή μετατροπή του αζώτου από νιτρώδη σε νιτρικά.

Τα φωσφορικά άλατα είναι θρεπτικά συστατικά για τα φύκη και τα υδρόβια φυτά – βέβαια, αν ξεπεράσουν έστω και λίγο το όριο, αυτό μπορεί να προκαλέσει ευτροφισμό. Τέλος, τα αμμωνιακά άλατα είναι μορφή ανόργανου αζώτου και αν οι τιμές είναι υψηλές υποδηλώνουν ρύπανση και έλλειψη καθαρισμού.

Από αυτές τις μετρήσεις παρατηρήσαμε ότι η λίμνη/ρέμα που αναλύσαμε θεωρείται ρυπασμένη ή ευτροφική.

4.3 Μέτρηση ταχύτητας νερού

Επιλέξαμε μία μικρή περιοχή στην άκρη της λίμνης, κοντά στην οποία υπήρχε πιθανή ροή. Πιο συγκεκριμένα, επιλέξαμε δύο σημεία: Α και Β.

Τοποθετήσαμε ένα φύλλο στο σημείο Α και υπολογίσαμε την ταχύτητα του σε 10 δευτερόλεπτα. Παρατηρήσαμε ότι το φύλλο δεν μετακινήθηκε. Η ταχύτητα ροής του νερού βρέθηκε 0 m/s στο σημείο μέτρησης, γεγονός που δείχνει ότι στο συγκεκριμένο μέρος της λίμνης το νερό είναι στάσιμο ή η ροή είναι πολύ αργή για να μετρηθεί με την απλή μέθοδο παρατήρησης (με φύλλο). Η ταχύτητα φυσικά δεν είναι ίδια σε όλα τα σημεία στην επιφάνεια του νερού και από αυτό συμπεραίνουμε ότι η ταχύτητα επηρεάζει την καθαρότητα του νερού.

4.4 Επιμέρους συμπεράσματα (αξιολόγηση περιοχής)

Από τις μετρήσεις συμπεράναμε ότι το ρέμα/λίμνη, που μελετήσαμε, απέχει πολύ από το να είναι υγιές, είναι τοξικό για τα ψάρια και παρουσιάζει μεγάλη έλλειψη οξυγόνου. Βέβαια, κατά μήκος της λίμνης παρατηρήσαμε πλούσια χλωρίδα. Υπάρχει άνθιση διαφόρων ειδών οργανισμών μέσα στο νερό, που αποδεικνύει ότι γενικά υπάρχουν κατάλληλες συνθήκες για την ανάπτυξη πανίδας και χλωρίδας.

4.5 Καταγραφή ανθρώπινων δραστηριοτήτων και εγκαταστάσεων στην παρόχθια ζώνη του ρέματος

Στην παρόχθια ζώνη του ρέματος παρατηρήσαμε διάφορες ανθρώπινες δραστηριότητες και εγκαταστάσεις, που χρησιμοποιούνται για την ικανοποίηση των ανθρώπων. Βέβαια, παρατηρήσαμε ότι οι περισσότερες εγκαταστάσεις έχουν και συνέπειες (Πίνακας 4).

Δραστηριότητα ή εγκατάσταση	Ποια ανθρώπινη ανάγκη ικανοποιεί	Ποιες είναι οι συνέπειες στο περιβάλλον
Μετρητής βάθους	Να υπολογίζουμε/γνωρίζουμε το βάθος της λίμνης	Δεν υπάρχει σοβαρή συνέπεια
Τρέξιμο	Γυμναστική	Αύξηση απορριμμάτων
Γέφυρα που ενώνει τις δυο άκρες της λίμνης	Εύκολη μεταφορά από την μία μεριά στην άλλη	Κόβει την ροή της λίμνης
Παγκάκια	Αναψυχή/ ξεκούραση	Παρέμβαση στο φυσικό περιβάλλον
Δρόμοι	Εύκολη πρόσβαση	Καταστροφή της φύσης

Πίνακας 4. Πίνακας καταγραφής δραστηριοτήτων/εγκαταστάσεων στην παρόχθια ζώνη του ρέματος

4.6 Αναγνώριση της εξεταζόμενης περιοχής

Αρχικά μελετήσαμε τα δομικά και μορφολογικά χαρακτηριστικά του ρέματος. Η θερμοκρασία ήταν 27.2°C, υπήρχε ήλιος και η υγρασία ήταν 56%. Αρχίσαμε με την παραρεμάτια περιοχή, και στη συνέχεια στις όχθες, δηλαδή, στην παρόχθια ζώνη και τέλος στην κοίτη του ρέματος.

Α) ΠΑΡΑΡΕΜΑΤΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗ (Πίνακας 5)

Τύπος περιοχής	Ημιορεινή, πεδινή
Έκθεση στον ήλιο	Μεγάλη
Χρήσεις περιοχής	Δασική
Ρύπανση (που παρατηρείται με γυμνό μάτι)	Οικιακά απορρίμματα

Πίνακας 5. Στοιχεία παραρεμάτιας περιοχής

Β) ΟΧΘΕΣ - ΠΑΡΟΧΘΙΑ ΖΩΝΗ

Παρατηρήσαμε πως η όχθη είναι φυσική. Είναι καλυμμένη από πόες και θάμνους και διάφορα άλλα φυτά. Πιστεύουμε πως ο ρόλος τους είναι να λειτουργούν ως φυσικό φάγμα. Παρατηρήσαμε πως η κλίση της αριστερής και της δεξιάς όχθης ήταν μεγάλη.

Γ) ΚΟΙΤΗ ΡΕΜΑΤΟΣ - ΥΓΡΟΣ ΔΙΑΥΛΟΣ (Πίνακας 6)

Το πλάτος ρέματος α) Υγρού διαύλου	5-25 μ
Το πλάτος ρέματος β) σύνολο ποτάμιας κοίτης	1-5 μ
Ταχύτητα ροής	Μικρή
Διαμόρφωση κοίτης	Λάσπη
Η κοίτη έχει	Οργανικά υλικά

Πίνακας 6. Στοιχεία κοίτης ρέματος

Ο σκοπός αυτών των παρατηρήσεων ήταν να μελετήσουμε το ρέμα. Ωστόσο, καταγράφηκαν και τα διάφορα φυτά και ζώα σε μικρή ακτίνα από την λίμνη. Βλέπουμε πως οι βιοτικοί αλλά και οι αβιοτικοί παράγοντες αλληλοεπιδρούν. Συμπεραίνουμε, επίσης, πως σε αυτό το πάρκο υπάρχουν και πολλά οικοσυστήματα που αλληλεξαρτούνται. Παρατηρήσαμε ότι η παρουσία καθαρού νερού και πλούσιας βλάστησης δημιουργεί ιδανικές συνθήκες για πολλά είδη οργανισμών, ενώ η ποιότητα του νερού επηρεάζεται από τη θερμοκρασία, το φως και την ανθρώπινη δραστηριότητα. Αυτό δείχνει πόσο σημαντική είναι η ισορροπία μεταξύ φυσικών και ανθρώπινων παραγόντων για τη διατήρηση ενός υγιούς οικοσυστήματος.

4.7 Καταγραφή Χλωρίδας στην όχθη του ρέματος (Πίνακας 7)

α/α	Όνομασία Είδους	Κατηγορία Βλαστητικής Μορφής	Ποσότητα
-----	-----------------	------------------------------	----------

1	Λάμιο (Dead nettles)	Πόες (Π)	4
2	Λεβαντιά νερού	Θάμνος (Θ)	5
3	Πικραλίδα / Μαξιλάρι	Πόες (Π)	3
4	Πικροράδικα	Πόες (Π)	2

Πίνακας 7. Στοιχεία χλωρίδας

Από τα αποτελέσματα φαίνεται ότι η περιοχή χαρακτηρίζεται κυρίως από ποώδη βλάστηση (Π), γεγονός που είναι τυπικό για όχθες ρεμάτων, καθώς τα φυτά αυτά είναι προσαρμοσμένα σε εδάφη με αυξημένη υγρασία και συχνές πλημμύρες.

4.8 Καταγραφή Πανίδας στο Ρέμα (Πίνακας 8)

α/α	Ονομασία Είδους	Κατηγορία	Ποσότητα
1	Κύκνος	Σπονδυλωτό (Σ)	3
2	Πεταλούδες	Ασπόνδυλα	2
3	Βάτραχος	Σπονδυλωτό (Σ)	1
4	Μικρά ψάρια	Σπονδυλωτά (Σ)	4
5	Αράχνες	Ασπόνδυλα (Α)	1
6	Λιβελούλες	Ασπόνδυλα (Α)	3
7	Γυμνοσάλιαγκας	Ασπόνδυλα (Α)	1

Πίνακας 8. Στοιχεία πανίδας

Παρατηρήσαμε πλούσια παρουσία υδρόβιων και αμφίβιων οργανισμών (ψάρια, βάτραχοι, νερόφιδα), καθώς και πτηνών (κύκνοι) και εντόμων (λιβελούλες). Αυτό δείχνει ότι το ρέμα φιλοξενεί ένα ισορροπημένο οικοσύστημα, με επαρκή βιοποικιλότητα.

4.9 Επιμέρους συμπεράσματα (αξιολόγηση περιοχής)

Η έρευνα κατέδειξε ότι το ρέμα αποτελεί έναν ζωντανό βιοτόπο, όπου συνυπάρχουν διαφορετικά είδη φυτών και ζώων, προσαρμοσμένα στις ιδιαίτερες συνθήκες του περιβάλλοντος. Η ύπαρξη τόσο σπονδυλωτών όσο και ασπόνδυλων οργανισμών, σε συνδυασμό με την ποικιλία της χλωρίδας, αποδεικνύει ότι η περιοχή είναι οικολογικά υγιής και διατηρεί την ισορροπία της. Η διατήρηση και προστασία των ρεμάτων είναι ουσιαστικής σημασίας για τη φυσική ισορροπία, την ποιότητα του νερού και τη συνέχιση της ζωής που εξαρτάται από αυτά τα οικοσυστήματα.

5. Τρίτο (3^ο) μέρος: Δάσος (έρευνα της επίδρασης του δάσους στο μικρόκλιμα μέτρηση θερμοκρασίας και υγρασίας)

Καταγράφηκαν μετρήσεις μέσα στο δάσος του πάρκου (Πίνακας 9) και τα υλικά που χρησιμοποιήσαμε για αυτό το τμήμα της έρευνας είναι:

- Θερμόμετρο
- Υγρόμετρο
- Μέτρο

	ΣΤΟ ΣΧΟΛΕΙΟ	ΣΤΟ ΔΑΣΟΣ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	24,6° C	22,0 C	Η θερμοκρασία πέφτει
ΥΓΡΑΣΙΑ	56%	66%	Λόγω των συνθηκών του δάσους η υγρασία ανεβαίνει

Πίνακας 9. Στοιχεία θερμοκρασίας και υγρασίας

Σύγκριση στοιχείων: Η θερμοκρασία μέσα στο δάσος ήταν χαμηλότερη κατά 5 C° και η υγρασία ήταν υψηλότερη κατά 10% συγκρίνοντας με το υπόλοιπο πάρκο. Αυτή η διαφορά θερμοκρασίας οφείλεται στην πυκνή βλάστηση και στα δέντρα του δάσους που δημιουργούν σκιά και μειώνουν την έκθεση εδάφους στον ήλιο. Παράλληλα, κατά την διαπνοή των δέντρων εξατμίζεται νερό, έτσι αυξάνεται η υγρασία. Επομένως, τα φαινόμενα αυτά δείχνουν την επίδραση της δασικής βλάστησης στο μικρόκλιμα.

5.1 Εξερευνώντας το δάσος με τις αισθήσεις μας

Η εξερεύνηση με την χρήση των αισθήσεων (ακοή, αφή, όψη, όσφρηση) προσφέρει μια πιο ολοκληρωμένη και πιο βαθιά εικόνα του δάσους.

1. Ακοή - διακρίναμε φυσικούς ήχους, όπως το θρόισμα φύλλων καθώς και ήχους από ζώα, όπως κελαηδίσματα πουλιών και ήχους διάφορων εντόμων.
2. Αφή - με την αφή παρατηρήθηκαν:
 - Η υφή των φύλλων (υπήρξαν και δροσερά και ξηρά)
 - Ο φλοιός των δέντρων (τραχύς, σκληρός με αυλακώσεις)
 - Η διαφορά θερμοκρασίας ανάμεσα σε επιφάνειες στον ήλιο και στην σκιά
3. Όσφρηση - με την όσφρηση παρατηρήθηκαν:
 - Η μυρωδιά του υγρού χώματος
 - Το άρωμα των λουλουδιών
4. Όραση - στο δάσος αναζητήσαμε και βρήκαμε:
 - Δύο διαφορετικούς καρπούς (άγρια μούρα και βελανίδια)
 - Τρία διαφορετικά είδη φύλλων όπως αειθαλή βελονοειδή φύλλα (έλατο) πλατύσχημα φύλλα, οδοντωτά ή λοβωτά φύλλα (βελανιδιά και καστανιά)
 - Φυτό με αγκάθια (αγριοτριανταφυλλιά)
 - Ξένα αντικείμενα προς το δάσος (πινακίδες, φράχτες)

5.2 Γνωρίζοντας το δάσος με την εδαφοπανίδα

Κατά την διάρκεια της παρατήρησης στο πάρκο, εστιάσαμε στο έδαφος και στους οργανισμούς που κατοικούν σε αυτό.

1. Επιλέξαμε ένα σημείο του εδάφους, όπου είχε καλυφθεί από παχύ στρώμα αποσυντιθέμενων φύλλων, γνωστό ως φυλλοστρωμνή. Στην φυλλοστρωμνή που παρατηρήσαμε υπήρχαν μικρά κλαδιά, ξεραμένα φύλλα και οργανικά υπολείμματα. Με την πάροδο του χρόνου τα υλικά αυτά αποσυντίθενται και εμπλουτίζουν το έδαφος με θρεπτικά συστατικά που βοηθούν στην βλάστηση του δάσους.

2. Αφαιρώντας το ανώτερο στρώμα της φυλλοστρωμνής, διαπιστώσαμε ότι το έδαφος από κάτω ήταν μαλακό, υγρό και πλούσιο σε αποσυντιθέμενα φυτικά υλικά. Η παρουσία χούμου είναι ένδειξη υγιούς οικοσυστήματος και συμβάλλει στην διατήρηση σωστής και σταθερής θερμοκρασίας.

3. Παρατηρήθηκαν, επίσης, διάφοροι αποικοδομητές. Εντοπίσαμε μύκητες και μικρά αρθρόποδα, όπως σαλιγκάρια, σαρανταποδαρούσες, άλλα έντομα του εδάφους καθώς και τα ίχνη τους.

Ο ρόλος των αποικοδομητών και οργανισμών, που ερευνήσαμε, είναι να διασπών τα νεκρά φύλλα και τα οργανικά υπολείμματα σε πιο απλές ουσίες. Με αυτόν τον τρόπο εμπλουτίζουν το έδαφος με θρεπτικά συστατικά και διατηρούν το έδαφος πιο γόνιμο.

5.3 Ειδική μελέτη: Πόσα δέντρα θα χαθούν εδώ αν γίνει ένας δρόμος; (εκτίμηση απώλειας δέντρων – Δειγματοληπτική μελέτη 5×5 m)

Η παρούσα ενότητα περιγράφει μια μικρής κλίμακας δειγματοληπτική μελέτη, με στόχο τον υπολογισμό της πυκνότητας των δέντρων σε μια περιορισμένη περιοχή και την εκτίμηση του αριθμού των δέντρων που θα χαθούν σε περίπτωση διάνοιξης δρόμου. Η διαδικασία μελέτης στηρίχθηκε σε απλές μετρήσεις πεδίου και βασικούς υπολογισμούς, ώστε να γίνει πιο κατανοητή η περιβαλλοντική επίδραση τέτοιου είδους επεμβάσεων.

Αρχικά, ορίστηκε ένα τετράγωνο δείγμα με πλευρές 5 μέτρων, δηλαδή συνολική επιφάνεια 25 τετραγωνικών μέτρων. Μέσα σε αυτό το δείγμα εντοπίστηκαν τρία δέντρα, τα οποία αποτέλεσαν τη βάση των υπολογισμών για την πυκνότητα. Παράλληλα, για κάθε δέντρο μετρήθηκαν η περίμετρος του κορμού και το ύψος του, προκειμένου να εξαχθούν εκτιμήσεις για τη μέση ηλικία και το μέσο ύψος των δέντρων της περιοχής.

Ο παρακάτω πίνακας (Πίνακας 10) συνοψίζει τις μετρήσεις των δέντρων που παρατηρήθηκαν στο δείγμα των 5×5 μέτρων:

Δέντρο	Περίμετρος κορμού (cm)	Ύψος (m)	Εκτιμώμενη ηλικία (έτη)
Δέντρο 1	28 cm	4.5 m	$28 \div 2.5 = 11.2 \approx 11$
Δέντρο 2	34 cm	5.2 m	$34 \div 2.5 = 13.6 \approx 14$
Δέντρο 3	22 cm	3.8 m	$22 \div 2.5 = 8.8 \approx 9$

Πίνακας 10. Μετρήσεις δέντρων

Από τις μετρήσεις προέκυψε ότι η μέση περίμετρος των κορμών είναι περίπου 28 cm, το μέσο ύψος 4.5 m και η μέση ηλικία γύρω στα 11 έτη. Με βάση αυτά τα δεδομένα, η πυκνότητα των δέντρων στο δείγμα υπολογίστηκε σε τρία δέντρα ανά 25 m², δηλαδή 0.12 δέντρα ανά τετραγωνικό μέτρο.

Η παραπάνω πυκνότητα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση του αριθμού των δέντρων που θα κοπούν σε περίπτωση διάνοιξης δρόμου συγκεκριμένων διαστάσεων. Για παράδειγμα, για δρόμο μήκους 100 μέτρων και πλάτους 5 μέτρων, δηλαδή συνολική επιφάνεια 500 τ.μ. (m²), υπολογίζεται απώλεια περίπου 60 δέντρων (0.12 δέντρα/τ.μ. x 500 τ.μ.).

Στην περιοχή του δείγματος καταγράφηκαν, επίσης, οι κυριότεροι θάμνοι που συνυπάρχουν με τα δέντρα, όπως παρουσιάζεται παρακάτω (Πίνακας 11):

Είδος (Θάμνος)	Ποσότητα
Βατομουριά	3
Τσουκνίδα	1
Πουρνάρια	2

Πίνακας 11. Είδη θάμνων

Από την παρατήρηση διαπιστώθηκε ότι το δασικό οικοσύστημα της περιοχής παρουσιάζει ικανοποιητική βιοποικιλία, λαμβάνοντας υπόψη το μικρό μέγεθος του δείγματος. Οι μετρήσεις δείχνουν, επίσης, ότι τα περισσότερα δέντρα είναι σχετικά νεαρής ηλικίας, γεγονός που υποδηλώνει πως η περιοχή βρίσκεται σε στάδιο φυσικής ανανέωσης.

5.4 Επιμέρους συμπεράσματα

Συνοψίζοντας, η μεθοδολογία που παρουσιάστηκε είναι απλή, εκπαιδευτικά χρήσιμη και προσφέρει μια πρώτη εικόνα της πυκνότητας και της δομής της βλάστησης. Για πιο αξιόπιστα αποτελέσματα προτείνεται η επανάληψη της διαδικασίας σε περισσότερα δείγματα από διαφορετικά σημεία, καθώς και η ενσωμάτωση παραμέτρων, όπως το είδος του εδάφους, ο προσανατολισμός και οι εποχικές μεταβολές. Η προσέγγιση αυτή μπορεί να αποτελέσει ένα πολύτιμο εργαλείο για την περιβαλλοντική εκπαίδευση, τη διαχείριση αστικών και περιαστικών δασών, αλλά και για την ευαισθητοποίηση μαθητών και πολιτών σχετικά με τη σημασία της προστασίας των φυσικών οικοσυστημάτων.

6. Τελικά συμπεράσματα

Η εργασία αυτή ασχολήθηκε με διάφορα ζητήματα που εμπíπτουν στη μελέτη του φυσικού περιβάλλοντος και παρουσιάζει τους μηχανισμούς με τους οποίους ο άνθρωπος επηρεάζει αρνητικά το οικοσύστημα. Χρησιμοποιήθηκε ως βασικό πεδίο έρευνας η περιοχή ενός αστικού πάρκου, όπως είναι το πάρκο Woluwe στις Βρυξέλλες του Βελγίου.

Η έρευνα κατέδειξε ότι η ανεξέλεγκτη ρίψη απορριμμάτων αποτελεί πρόβλημα τόσο στους χώρους πρασίνου, όσο και στον δρόμο που οδηγεί προς αυτούς. Η περιβαλλοντική εκπαίδευση, η ενίσχυση της οικολογικής συνείδησης και η δημιουργία υποδομών (κάδοι ανακύκλωσης, πινακίδες ενημέρωσης, δράσεις καθαρισμού) μπορούν να μειώσουν σημαντικά το πρόβλημα. Η καλλιέργεια υπεύθυνης στάσης των ανθρώπων απέναντι στο περιβάλλον είναι αναγκαία, ώστε οι χώροι αναψυχής να παραμένουν καθαροί και ασφαλείς για όλους.

Επίσης, από τις μετρήσεις στο πάρκο προέκυψε ότι το ρέμα/λίμνη απέχει πολύ από το να είναι υγιές, είναι τοξικό για τα ψάρια και έχει μεγάλη έλλειψη οξυγόνου. Από τις μετρήσεις παρατηρήσαμε ότι η λίμνη/ρέμα θεωρείται ρυπασμένη ή ευτροφική. Βέβαια, κατά μήκος της λίμνης παρατηρήθηκε πλούσια χλωρίδα. Υπάρχει άνθιση διαφόρων ειδών οργανισμών μέσα στο νερό, που αποδεικνύει γενικά ότι υπάρχουν οι κατάλληλες συνθήκες για την ανάπτυξη πανίδας και χλωρίδας.

Η έρευνα κατέδειξε ότι το ρέμα αποτελεί έναν ζωντανό βιοτόπο, όπου συνυπάρχουν διαφορετικά είδη φυτών και ζώων, προσαρμοσμένα στις ιδιαίτερες συνθήκες του περιβάλλοντος. Η ύπαρξη τόσο σπονδυλωτών όσο και ασπόνδυλων οργανισμών, σε συνδυασμό με την ποικιλία της χλωρίδας, αποδεικνύει ότι η περιοχή είναι οικολογικά υγιής και διατηρεί την ισορροπία της. Η διατήρηση και προστασία των ρεμάτων είναι ουσιαστικής σημασίας για τη φυσική ισορροπία, την ποιότητα του νερού και τη συνέχιση της ζωής, που εξαρτάται από αυτά τα οικοσυστήματα.

Τέλος, από την ανάλυση της επίδρασης του δάσους του πάρκου στο μικρόκλιμα, στη θερμοκρασία και στην υγρασία αναδείχθηκε ο θετικός αντίκτυπος της ύπαρξης δασικών περιοχών στο μικρόκλιμα και στη γονιμότητα τους εδάφους. Μία μικρής κλίμακας δειγματοληπτική μελέτη, με στόχο τον υπολογισμό της πυκνότητας των δέντρων σε μια περιορισμένη περιοχή και την εκτίμηση του αριθμού των δέντρων που θα χαθούν σε περίπτωση διάνοιξης δρόμου, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο για την περιβαλλοντική εκπαίδευση, τη διαχείριση αστικών και περιαστικών δασών, αλλά και για την ευαισθητοποίηση μαθητών και γενικότερα πολιτών σχετικά με τη σημασία της προστασίας των φυσικών οικοσυστημάτων.

7. Βιβλιογραφία

1. Υλικό Τάξης (φυλλάδια που δόθηκαν από την καθηγήτρια Βιολογίας του 3^{ου} Ευρωπαϊκού Σχολείου Βρυξελλών κα Τουλιοπούλου).
2. Διαδικτυακή εγκυκλοπαίδεια Wikipedia.
3. Parc de Woluwe - Brussels gardens (<https://gardens.brussels/fr/espaces-verts/parc-de-woluwe>).

Biodiverzita a společnost

Johana Hájková

hajkovjo@student.eursc.eu

Kristýna Kolenčíková

kolenckr@student.eursc.eu

Klára Dorazilová

dorazikl@student.eursc.eu

Abstrakt

Náš článek se zabývá hned několika pod tématy týkající se biodiverzity jako velice probíraného tématu dnešní doby. Zabývaly jsme třemi různými aspekty této oblasti, přesněji pozorováním organismů a potřebných procedur, životním stylem včel podloženým osobní zkušeností včelaře formou rozhovoru a podrobně rozebraným ekoturismem, který přináší výhodné tipy do života pro velkou většinu. Každé podtéma má svoji teoretickou a praktickou část. Cílem článku je přiblížit význam biodiverzity v praxi a nabídnout konkrétní poznatky i doporučení pro každodenní život.

Klíčová slova: opylovači, lidé, přírodní oblasti, ekosystém, klimatická změna

Včely a jejich místo v ekosystému

Úvod

Včely (*latinsky Apis*) patří do rodu blanokřídlého hmyzu mezi tzv. opylovače, což je skupina (nejen) hmyzu, do kterých patří jak právě včely, tak ale také čmeláci nebo vosy. Existuje spousta různých druhů včel, ale nejznámějším a pro člověka nejdůležitějším je včela medonosná (*Apis mellifera*). Tento druh je charakteristický svým produkováním medu a vosku díky čemuž je člověk začal chovat. Historicky sahá chov včel až do 9. století našeho letopočtu a velkou část naší historie byl tento chov klíčový, protože nám umožňoval např. výrobu svíček a medu, který byl po staletí jediným sladidlem nám dosažitelným. Poslední dobou ale včel i včelařů ubývá i díky lidem a jejich činnosti. Pokud s tím společnost nezačne nic dělat mohlo by to mít kruté následky.

Role včel v ekosystému

Úkolem opylovačů je pomáhat přenášet pyl různých rostlin ze samčích částí květu na ty samičí. Včely tvoří přibližně 80 % opylovačů. Díky tomuto procesu může dojít k oplodnění a dále ke vzniku semen. Opylovači jsou velice důležitou součástí nejen českého ekosystému. Závisí na nich alespoň částečně 90 % divokých rostlin a až 75% rostlin pěstovaných člověkem. Rostliny nemohou existovat v ekosystému bez včel a dalších opylovačů a lidé by jenom těžko mohli existovat bez rostlin. Kdyby opylovači vyhynuly úplně, světová produkce zeleniny by se snížila o 16%, produkce ovoce o 23% a produkce ořechů o 22%. V realitě ale hmyzu a opylovačů opravdu ubývá. Momentálně vyhynutí hrozí více než 40 různých druhů hmyzu.



Obr. 1: Včela Medonosná

Ohrožení

I přes důležitost včel jich postupně ubývá. Podle statistik Českomoravské Společnosti Chovatelů v roce 2022 bylo na území České republiky až 65 140 včelstev, ale v roce 2025 počet včelstev klesl na 60 776. Za tímto úbytkem stojí několik různých důvodů, mezi které patří varroáza, klimatická změna nebo pesticidy. Včel proto nejen v ČR ubývá. Většinou u chování včel dojde v zimě k úbytku zhruba 10% včel, ale poslední dobou dochází až k 20% nebo 30% úbytku.

Varroáza je parazitární onemocnění včel způsobené parazitem Kleštíkem včelím (*Varroa destructor*). Jedná se o celosvětové a nejzávažnější onemocnění včel. Jejím hlavní hostitelem je včela východní, ze které se přenesl na naši včelu medonosnou. Může totiž parazitovat jak na zavíčkovaném plodu tak na dospělé včele a bez patřičné léčby může vyhubit celé včelstvo. V roce 2025, jako každý rok, uspořádala Státní veterinární správa výběr vzorků na zjištění přínosy varroázy od 55 193 stanovišť včelstev. Z výsledků vyplývá, že pouze 20% stanovišť neměli žádný výskyt parazita. 59% procent mělo jednoho až tři roztoče a 15,1% měli tři až deset. Mezi hlavní důvody tak velkého rozšíření je i změna klimatu, protože díky vyšším teplotám se mu lépe daří.

Klimatická změna je dalším velkým faktorem v úbytku včel. Zvedá teplotu naší planety a tím mění i její rytmus, což má dopad i na včely. Podle vědeckého výzkumu z University of Reading, který byl pod vedením Chrise Wyvera z roku 2023, teplejší jara způsobená změnou klimatu vedou k tomu, že se včely probouzejí ze zimního spánku dříve než tomu bylo doposud. Kvůli tomuto mohou pro včely nastat problémy s hledáním potravy, protože květy některých rostlin nejsou ještě vykvétlé. Předčasné probuzení může vést k ohrožení včelstva, ale také k ohrožení některých rostlin jako jsou jabloně nebo hrušky. Změny teploty a extrémní změny počasí mohou vést i k opačné situaci, kdy rozhodí rytmus rozkvétání rostlin, což má stejné následky jako dřívější probuzení ze zimního spánku.

Včelaři v ČR

Podle dat od Českomoravské Společnosti Chovatelů v roce 2025 bylo v České Republice 60 776 včelařů. To je nejméně od roku 2021. Existuje spousta organizací a institucí, které se snaží podporovat včelaře, mezi které patří Český svaz včelařů nebo Ministerstvo zemědělství. Ministerstvo zemědělství se snaží české včelaře podporovat formou dotací. Do roku 2027 může Ministerstvo žádat až o 110 000 000 Kč ročně na podporu v různých oblastech jako například nákup nového technického vybavení nebo nových včelích matek, boj proti včelím nákazám na, rozbory včelích produktů i na školení a na výstavy. Půlku těchto peněz dodává Evropská Unie a druhá se bere z rozpočtu ČR. Maximální výše dotace může být až 200 000 Kč na včelaře.

Rozhovor se včelařem

Za účelem lepšího zjištění situace jsem udělala rozhovor se včelařem z praxe.

1. Proč jste se rozhodli chovat včely?

Před nějakou dobou jsme koupili novou zahradu a už tam bylo nachystané místo na včelí úly. I předchozí majitel říkal, že tam bývaly včely, navíc okolí bylo pro včely vhodné. Takže jsme se rozhodli, že včelaření taky vyzkoušíme.

2. Kolik včel zhruba chováte? Kolik medu/vosku vám produkují?

Nejdříve jsme začali s třemi včelstvy, další rok jsme přidali další tři a teď máme celkově deset včelstev. Už neplánujeme rozšiřovat počet včelstev, protože už teď je práce více než užítku, ale zase kdyby přišla tuhá zima a polovina včelstev umřela, tak jich máme stále dostatečně. Těchto deset včelstev celkově vyprodukuje přibližně 280 kg medu za sezonu/rok.

3. Myslíte si, že klimatická změna nějak ovlivňuje váš chov včel?

Včely moc dlouho nemáme, takže nemáme úplně správné srovnání např. jako s před 10 lety, ale je pravda, že léta jsou někdy více suchá a to může včelám pohoršit. Naštěstí jsme s tímto nikdy velký problém neměli.

4. Myslíte si, že změny v krajině (odlesňování, používání chemikálií) ovlivňuje včelařství a chov včel?

Ano, myslím si, že změny v krajině ovlivňují chov včel, protože odlesňování snižuje množství pylu, které jsou včely schopné nasbírat. A chemická hnojiva také ovlivňují včelařství, protože pesticidy a podobné látky dráždí a oslabují včely. Což celkově pro včelaře znamená méně medu a hlavně úhyn a oslabení včelstev.

5. Jaký je váš názor na momentální ochranu/podporu včel a včelařů? Týká se vás nějak?

Momentálně jsou v ČR dotace na včelařské vybavení, což je dobré, protože to pomůže jak začínajícím, tak i dlouhodobým včelařům, ale nejsou tak vysoké, aby přilákali mnoho nových včelařů. Proto by se měli dotace o něco zvýšit, ale také by se měli omezit škodlivá chemická hnojiva, které negativně ovlivňují prostředí včel, včely a souhrnně včelařství.

Nás se to nějak moc netýká, protože nějaké dražší vybavení už nekupujeme, ale i tak by se dotace hodily, protože se celkové náklady nasbírají (a i to může ostatní potenciální včelaře odradit).

Ekoturismus – je opravdu eko nebo je to jen trend?

Co ekoturismus je?

V první řadě bychom si měli říct, co to ten ekoturismus vlastně je. Ekoturismus je cestování do přírodních oblastí. Není to ale ledajaké cestování. Je to cestování s respektem k přírodě. Ekoturismus je velmi populární hlavně tím, jak je šetrný k přírodě, ale také poznáváním nové kultury dané oblasti. Ekoturisté si často plánují svoje trasy dopředu a chodí po vyznačených cestách. Rozdíl mezi normálním cestováním a ekoturismem je, že normální cestování je komerční a lidé si tam jezdí odpočinout. Ekoturismus je cestování za účelem poznávat místní kulturu a dobrovolně pomáhat místním lidem.

Ekoturisté v místě pobytu recyklují, také cestují dopravou, co tolik neničí prostředí. Další věcí je počet zavazadel. Ekoturisté si často berou jen to nejnnutnější a neberou zbytečnosti. V místě pobytu se zapojují do dobrovolnických prací, aby pomohli dané přírodní oblasti.

Přínosy ekoturismu

Jedním z přínosů ekoturistiky je kulturní obohacení. Nejen že se dozvíte víc o místě kam jedete, ale také o místních lidech a jejich tradice. Dalším důležitým přínosem je ochrana přírodního prostředí. Na rozdíl od masového cestování, který má špatný vliv na přírodní prostředí, tak ekoturisté se snaží cestovat ekologičtěji například tím, že si tu cestu naplánují dopředu. Například si naplánují, že chtějí jít na procházku a dopředu si tu cestu najdou. Ekoturismem pomáhají ekosystémům tím, že chodí a plánují si cesty po vyznačených cestách a neznečišťují přírodu vyhazováním odpadků do ní.

Nevýhody ekoturismu

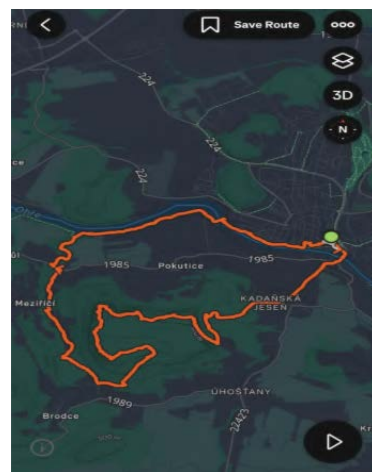
Když chce člověk cestovat ekologicky, tak většinou zabere víc času plánováním a hledáním ubytování a cest v dané lokalitě. Finančně může ekoturismus vyjít lidem víc peněz, ale to záleží na vedlejších okolnostech jako například vybrání ubytování. Ekoturistika se často vzdá i pohodlí cestování jako například místo toho, aby jeli autem, tak jezdí hromadnou dopravou, aby zmírnili dopad emisí CO₂.

Cesta pro ekoturismus - Kadaň

Do Kadaně se dostaneme autobusem číslo 415 ze Zličína. Ze Zličína nám to jede v 6:45 a do Kadaně přijedeme v 9:12. Na obrázku číslo jedna je ukázaná trasa kterou se půjde. Cesta je vedena krásnou přírodou a nábřežím Maxi psa Fíka. Tato trasa je nádherně značená a udělaná i pro nezkušené turisty. Cesta je většinou po rovině s úseky do kopce a z kopce. Tato cesta je dlouhá 15.60 kilometrů a dá se ujit do čtyř hodin, ale klidně si to můžete udělat pohodovější, nebo naopak sportovnější. S sebou doporučuju mít dobrou turistickou obuv a oblečení dle počasí, pití a jídlo na cestu jako například tousty, ovoce, tyčinky a tak dále. Zpátky z Kadaně se dostaneme stejným autobusem jako jsme přijeli. Autobus by nám jel v 16:51 a na Zličín by jsme dorazili 19:24. Když by jsme měli před odjezdem autobusu čas mohli bychom si to krásné město ještě projít.

Budoucnost ekoturismu

Budoucnost ekoturismu vypadá velmi slibně. Čím víc se bude klimatická změna zhoršovat, tím víc lidí budou mít zájem o ekoturistiku. Lidé také začínají mít větší zájem o poznávání místní kultury a přírodních oblastí. Ekoturismus je taky způsob, jak podpořit místní komunitu a přírodní oblasti. Dalším důvodem proč je budoucnost ekoturismu tak slibná. Zejména kvůli tlaku klimatické změny a moc navštěvovaných destinací.



Obr. 2: Trasa

Ekoturismus je totiž šetrnější způsob, jak cestovat ekologicky a být šetrnější k přírodě a naučit se víc o místní kultuře. Taky nechává místo tak, jak vypadalo. Ekoturisté totiž chodí po vyznačených cestách a odpadky hází do koše.

Ekoturismus celkově zmenšuje uhlíkovou stopu a klade důraz na udržování přírodních oblastí spojeno s poznáním místní kultury.

Jak se společnost staví k ekoturismu

K ekoturismu se lidé staví různě. Někteří lidé ekoturismus podporují a sami se snaží cestovat eko. Ti co podporují ekoturismus cestují tak, aby přírodní oblast co nejméně poškodili.



Obr. 3: České turistické značky

Drží se vyznačených cest, odpadky vyhazují do koše, podporují místní výrobce a zapojují se do dobrovolničení.

Někteří lidé ekoturismus nepodporují, ale nemusí to být proto, že by nechtěli chránit přírodu, ale třeba se chtějí jenom válet na pláži a odpočívat. To ale neznamená, že by nedělali něco pro přírodu. Odpadky do koše vyhazují a určitě ji neničí. Jenom třeba nedbají tolik na přírodu jako ekoturisté.

Země, kde je ekoturismus úspěšný

Mezi místa, kde je ekoturismus úspěšný patří například Kostarika ve Střední Americe. Příjmy v Kostarice vzrostly díky ekoturismu o 300%. V Kostarice se nachází Národní park Corcovado, který je v

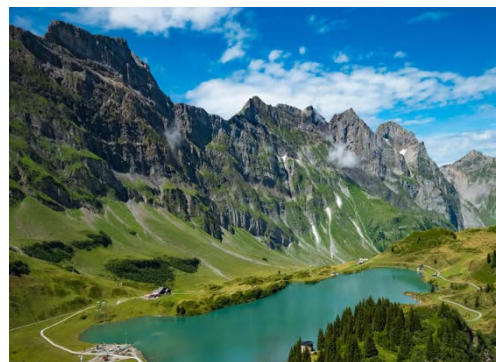
Kostarice nejvýznamnější. Obdivovat můžeme jeho biologickou rozmanitost. Dalším příkladem, kde je ekoturismus úspěšný je Nový Zéland. Příroda na Novém Zélandu je nádherná. Můžeme ji poznat i ve filmu Pán prstenů, který se na Novém Zélandu natáčel. Nový Zéland má 14 národních parků a rozmanitou floru a faunu. Dalším místem je také Česká republika. Česká republika se stala 17. nejohleduplnější zemí k životnímu prostředí na světě v roce 2024 podle Environmental Performance Index. Česko má 4 národní parky, 27 CHKO (chráněná krajinná oblast) a spousty dalších.

Jak být ekoturistou

Ekoturisté si často vybírají místa, která nejsou tak známá a ta, která nejsou přeplněná masovou turistikou. Dále se snaží balit si co nejméně. Většinou mají s sebou pouze příruční zavazadlo. Ekoturisté často nakupují věci z lokálních obchodů od místních obyvatel. Ekoturisté se snaží na místě se snaží pohybovat buď pěšky nebo hromadnou dopravou. Dále používají vlastní lahev na pití místo kupovaných plastových lahví, a dále používají místo plastových sáčků svoje obaly nebo krabičky.

Je opravdu ekoturismus eko nebo je to jen trend?

Ekoturismus je šetrný k přírodě a snižuje CO₂. Ekoturisté se snaží cestovat víc eko-friendly a udržovat přírodu v tom stavu v jaký ji navštívili. Ekoturismus se v poslední době stalo trendem a čím dál tím víc lidí o to má zájem. Takže na otázku jestli je ekoturismus eko nebo je to jen trend, můžeme odpovědět, že je jako ekologický, ale zároveň velmi populární druh cestování.



Obr. 4: Alpská krajina, jeden z možných cílů

Od pozorování k dopadu na společnost

Úvod

Biodiverzita, tedy rozmanitost živých organismů na Zemi, je jedním ze základních důvodů fungování přírody i lidské společnosti. Zajišťuje rovnováhu ekosystémů, produkci kyslíku, potravy i čisté vody. V posledních letech je však biodiverzita ohrožena vlivem lidské činnosti, jako je znečištění, urbanizace, změna klimatu nebo intenzivní zemědělství. Právě proto je dnes velmi důležité přírodu nejen chránit, ale také ji pozorně sledovat. K tomu výrazně přispívají moderní technologie, které umožňují efektivní pozorování organismů v přírodě a zapojení široké veřejnosti do ochrany životního prostředí.

Technologie

V dnešní době využívají vědci obrovské množství různých technologií a všemožných aplikací na pozorování organismů. Technologie se k ochraně přírody využívají už zhruba od poloviny minulého století. Pozorování přírody pomocí technologií zahrnuje širokou škálu nástrojů, od mobilních aplikací a dronů až po sofistikované sledovací systémy a satelity. Tyto technologie umožňují přesnější identifikaci druhů, monitorování migrace, ochranu ohrožených zvířat a sdílení dat s vědci a komunitou. Vědci a ochranné organizace využívají nejčastěji GPS a IoT senzory, drony a kamery, nebo také dálkový průzkum Země.

Aplikace na sledování přírody

Pro amatérské přírodovědce se staly chytré telefony mocným nástrojem. Aplikace využívají fotoaparát, GPS a databáze k okamžité identifikaci a zaznamenávání pozorování. Všudypřítomné bezdrátové připojení, obrovská kapacita sítě a zapojení umělé inteligence dnes umožňují v reálném čase monitorovat a vyhodnocovat téměř cokoliv – od migrace ohrožených lososů až po nebezpečí požárů. Podle novinových článků jako je iDnes se do ochrany přírody zapojují také velké společnosti jako je Huawei, která se zabývá výrobou mobilních telefonů.

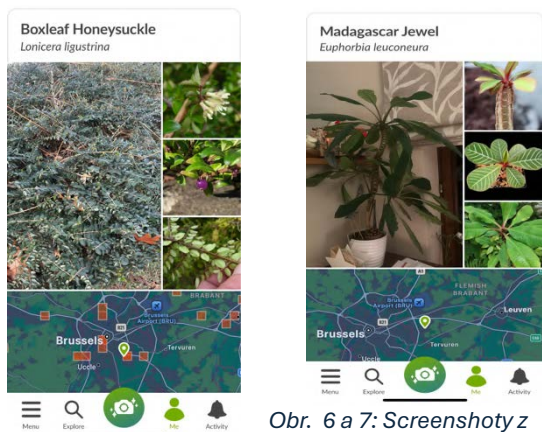


Obr. 5: Pozorovací dron

Osobní zkušenost

Osobně jsem vyzkoušela aplikaci iNaturalist, která slouží k určování organismů a zároveň zapojuje veřejnost do sběru vědeckých dat. Pomocí této aplikace jsem zaznamenala několik organismů. Aplikace většinu druhů rozpoznala správně a nabídla mi i doplňující informace o jejich výskytu a ekologickém významu. Oceňuji především jednoduché ovládání, rychlost určení druhů a fakt, že každý uživatel může přispět k ochraně přírody. Na druhou stranu je třeba počítat s tím,

že rozpoznání nemusí být vždy stoprocentní, zejména pokud je fotografie nekvalitní nebo se jedná o méně známý druh. Přesto považuji aplikaci za velmi přínosnou, zejména pro studenty a běžné lidi, kteří se chtějí dozvědět více o přírodě kolem sebe.



Obr. 6 a 7: Screenshoty z aplikace iNaturalits

Význam sledování přírody

Zjišťování a sledování organismů v přírodě má zásadní význam. Díky němu lze sledovat úbytek nebo naopak šíření jednotlivých druhů, chránit ohrožené organismy a včas reagovat na výskyt invazních druhů. Tyto informace jsou klíčové pro ochranu biodiverzity a plánování ochranných opatření. Pozorování přírody má také vzdělávací funkci, protože posiluje vztah lidí k přírodě a zvyšuje povědomí o důležitosti její ochrany. Průkopnické technologie jsou velkým pomocníkem v ekologických aktivitách po celém světě. Například iniciativa Global Forest Watch (GFW) umožňuje prostřednictvím Google Earth a umělé inteligence v reálném čase sledovat odlesňování kdekoli na zeměkouli a její data jsou volně přístupná vědcům, ochráncům přírody i vládám. Díky tomu se daří rychleji zasahovat tam, kde dochází k nelegálnímu kácení, což pomáhá v regionech, jako jsou Amazonie nebo jihovýchodní Asie.



Obr. 8: BioBlitz

Dopad na společnost

Dopad těchto aktivit na společnost je velmi pozitivní. V České republice existuje řada projektů a veřejných akcí, například BioBlitz, při kterém se v určité oblasti během krátké doby mapují všechny druhy organismů, nebo projekty České společnosti ornitologické zaměřené na sčítání ptáků. Lidé se tak aktivně zapojují do ochrany přírody a získávají pocit odpovědnosti za své okolí. Technologie tedy nepůsobí jen ve vědecké oblasti, ale významně ovlivňují i vztah společnosti k životnímu prostředí.

Závěr

S ochranou biodiverzity úzce souvisí také chráněná území. Jedná se o oblasti, kde je příroda právně chráněna, například národní parky, chráněné krajinné oblasti nebo přírodní rezervace. V České republice mezi nejznámější patří Krkonošský národní park, Šumava nebo



Obr. 9: zkoumání přírody

CHKO Moravský kras. Právě v těchto územích je pozorování organismů velmi důležitý, protože pomáhá udržet rovnováhu ekosystémů a chránit vzácné druhy. Na závěr lze říci, že moderní technologie zásadně mění způsob, jakým pozorujeme a chráníme přírodu. Díky aplikacím, senzorům a dalším nástrojům se může do ochrany biodiverzity zapojit téměř každý. Pozorování přírody se tak stává nejen koníčkem, ale i důležitým nástrojem pro udržitelnou budoucnost společnosti.

Závěr

Z výsledků našeho článku vyplývá, že biodiverzita má zásadní význam pro stabilitu ekosystémů i kvalitu lidského života. Pozorování organismů v terénu ukázalo, že i malé změny prostředí ovlivňují výskyt druhů. Rozhovor se včelařem potvrdil nenahraditelnou roli včel pro opylování a produkci potravin a zároveň upozornil na rizika, kterým dnes čelí. Ekoturismus se ukázal jako vhodná forma cestování, která může přispívat k ochraně přírody i větší informovanosti lidí. Závěrem lze říci, že ochrana biodiverzity není jen úkolem odborníků, ale i každodenních rozhodnutí každého z nás.

Včely a jejich role v ekosystému

Českomoravská společnost chovatelů. Včelařské statistiky (EU).

<https://www.cmsch.cz/evidence-a-registrace/statistiky-ue/vcelarske-statistiky>

ČT24. Změna klimatu ohrožuje včely, podle studie se budí po zimě dříve...

Dostupné z: <https://ct24.ceskatelevize.cz/clanek/veda/zmena-klimatu-ohrozuje-vcely-podle-studie-se-budi-po-zime-drive-a-nemusi-najit-dost-potravy-4067>

Deník N. Minuta – článek o včelách a opylovačích.

<https://denikn.cz/minuta/1674990/>

Hrabovjanka. Včela jako součást ekosystému.

<https://hrabovjanka.cz/blog/vcela-jako-soucast-ekosystemu/>

iVčelařství.cz. Včelařství a historie.

<https://www.ivcelarstvi.cz/vcelarstvi-a-historie/>

Ministerstvo životního prostředí ČR. Ochrana opylovačů.

<https://mzp.gov.cz/cz/agenda/priroda-a-krajina/ochrana-druhu/ochrana-opylovacu>

Ministerstvo životního prostředí ČR. Přežijeme bez opylovačů? MŽP připravuje...

<https://mzp.gov.cz/cz/pro-media-a-verejnost/aktuality/archiv-tiskovych-zprav/prezijeme-bez-opylovacu-mzp-pripravuje>

Ministerstvo zemědělství ČR. Naši včelaři mají na příští léta...

<https://mze.gov.cz/public/portal/mze/lesy/vcelarstvi/nasi-vcelari-maji-na-pristi-leta.html>

Státní veterinární správa ČR. Varroáza včel.

<https://www.svscr.cz/varroaza-vcel/>

Varroaza.cz. Rekordní úhyny včelstev na varroázu a viry.

<https://www.varroaza.cz/rekordni-uhyny-vcelstev-na-varroazu-a-viry>

Ekoturismus

Objev svět. Co je to ekoturismus: klíčové aspekty udržitelného cestování. Objev-svět.cz.

<https://objev-svet.cz/cestovatelicky-slovník/co-je-to-ekoturismus-klíčové-aspekty-udržitelného-cestování/8398/>

Renovables Verdes. Co je ekoturistika. RenovablesVerdes.com (česká verze).

<https://cs.renovablesverdes.com/co-je-ekoturistika/>

Truvidor. Vliv ekoturismu na místní ekonomiku: jak cestování šetrné k přírodě podporuje regiony.

<https://truvidor.com/vliv-ekoturismu-na-mistni-ekonomiku-jak-cestovani-setrne-k-prirode-podporuje-regiony/>

Wikipedia. Ekoturistika. Wikipedia: Otevřená encyklopedie.

<https://cs.wikipedia.org/wiki/Ekoturistika>

Biodiverzita, ekologie a ochrana přírody

elidentita.cz. Ekologie: Co to vlastně je a proč by nám na tom mělo záležet?

<https://elidentita.cz/ekologie-co-to-vlastne-je-a-proc-by-nam-na-tom-melo-zalezet/>

iDNES.cz – Tchnet. Průkopnické technologie pomáhají chránit svět kolem nás.

https://sdeleni.idnes.cz/technet/prukopnicke-technologie-pomahaji-chranit-svet-kolem-nas.A241112_100116_tec_sdeleni_ikup

IoTPort.cz. Internet a IoT sítě v divoké přírodě.

<https://www.iotport.cz/iot-novinky/zemedelstvi/internet-a-iot-site-v-divoke-priode>

Wikipedia. Biodiverzita. Wikipedia: Otevřená encyklopedie.

<https://cs.wikipedia.org/wiki/Biodiverzita>

Wikipedia. Chráněné území. Wikipedia: Otevřená encyklopedie.

https://cs.wikipedia.org/wiki/Chráněné_území

Obrázky

Obr. 1: Pixnio. Včela v přírodě. Autor neuveden. Licence Public Domain.

[https](https://pixnio.com/cs/zvirata/hmyz/vcela/priroda-vcela-mech-vcely-hmyz-clenovcu-bezobratli)

[://pixnio.com/cs/zvirata/hmyz/vcela/priroda-vcela-mech-vcely-hmyz-clenovcu-bezobratli](https://pixnio.com/cs/zvirata/hmyz/vcela/priroda-vcela-mech-vcely-hmyz-clenovcu-bezobratli)

Obr. 2: soukromá fotografie

Obr. 3: Wikimedia Commons. Tři turistické značky v Hornopožárském lese. Autor neuveden.

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:T%C5%99i_turistick%C3%A9_zna%C4%8Dky_v_Hornopo](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:T%C5%99i_turistick%C3%A9_zna%C4%8Dky_v_Hornopo%C5%BE%C3%A1rsk%C3%A9m lese.JPG)

Obr. 4: Pexels. Krajina – hory, příroda, stromy. Autor neuveden. Licence Pexels.

<https://www.pexels.com/cs-cz/foto/krajina-hory-priroda-stromy-17804518/>

Obr. 6 a 7: soukromé obrázky

Obr. 8: Wetlands Initiative. Bioblitz 2018.

<http://www.wetlands-initiative.org/featured-news/2018-bioblitz>

Obr. 9: Vecteezy. Man observing nature with binoculars near a river.

<https://www.vecteezy.com/photo/54419459-man-observing-nature-with-binoculars-near-a-river-on-a-rainy-day-in-a-forested-area>

The Environmental Lawcast : A publication looking back on the year seven project

Raphaël Jiru, EEB3

Panagiotis Ntimos, EEB3

Abstract

This publication is a summary of the creation of The Environmental Lawcast, a student-made podcast created as part of the sustainability course of the European School of Brussels III. The project, made by Raphaël and Panagiotis, aimed at exploring environmental law through an engaging audio format that would suit the new generation, inspired by the growing popularity of podcasts. During the year, we reached out to seven different experts and institutions, like the Maltese Embassy in Belgium and we successfully recorded one episode with Professor Owen McIntyre, a professor at the University college Cork in Ireland. The episode, published on YouTube in December 2025, was forty-one minute long and covered topics like EU environmental legislation and the case of Tuvalu. This publication shows our methodology, talks about the challenges we encountered and can be a guide for younger year groups looking for help while creating their project.

Introduction

When our teacher announced the S7 project for the sustainability course, we both knew that we didn't want to write a traditional, boring written report. Over the previous year, one of the things we had genuinely appreciated the most about the course was how our teacher regularly invited experts to speak with us about real environmental issues; it made the subject feel alive rather than purely theoretical. That experience really set the grounds for The Environmental Lawcast. We asked ourselves: what if, instead of waiting for our teacher to find us experts, we reached out to them on our own and made it our project.

The podcast format felt really logic. Because since the early 2020s, podcasts have become insanely popular due to their ability to naturally transmit information on a subject or share opinions. That is why we didn't hesitate and presented our project.

We decided to focus on EU environmental law, which connected directly to what we had studied during the year. One of the topics we discussed in our episode was the case of Tuvalu, a small Island State whose territory is highly threatened by rising sea levels caused by climate change.

Methodology

Concept and Preparation

The project began with a name, The Environmental Lawcast and a logo. We used an AI image generation tool to create our logo, but we used a strict prompt to make sure the logo was still our idea and not a vague AI generated image. We also set up a YouTube channel with the same name to serve as the place where we could upload our episode.

From there, we had to reach out to experts in the field. We identified approximately five experts in the fields of environmental law and policy, as well as reaching out to the Maltese Embassy in Brussels, given Malta's relevance as a small island with issues coming from many different directions. We contacted all of them via email, introducing ourselves, explaining the project and inviting them to participate in a Teams meeting to record the conversation.

The Reality of Reaching out

This part of the process was the worst. Of the seven people we contacted, most never replied. A few of them gave us a bit of hope by answering a few emails but then dead silent for no reason. It was very frustrating, but it also taught us that it is difficult to secure the time of professionals and institutions, even when the cause is genuine and it could be very helpful.

The one person who said yes after many emails was Professor Owen McIntyre, a professor with real expertise in international environmental law, which we had met in 2024 already. We scheduled a meeting that ended up going on for more than an hour, longer than what we had initially asked for (half an hour), which we took as a sign that the conversation meant something to him. We then edited the recording down to forty-one minutes, getting rid of parts that were repetitive or too long.

Publication

The episode was published on our YouTube channel in December 2025. The channel will stay public and serves as the tangible proof of the project for ever, a real piece of content.

Results

The episode with Professor McIntyre ended up covering more subjects than we had originally anticipated, which was a really good thing. We talked about EU environmental law, how it works, what it really does and where it falls short, but the conversation became interesting in our opinion when we started talking about Tuvalu.

For those who are unfamiliar, Tuvalu is a small island that is quite literally disappearing. Rising sea levels caused by climate change are eating up its land, and within a few decades it may no longer exist. What Professor McIntyre helped us understand is that this creates a real problem that the government must deal with. What happens to a country when the land is gone? Do the people remain citizens of something? Who is legally responsible? What is a

country with no land? These aren't 'rhetorical' questions they're very much real, and the future is already written within the answers to those questions.

The switch from the beginning of the conversation to Tuvalu really illustrated what we wanted to achieve through the podcast.

Reflection

We had big plans at the start; multiple episodes, several guests, maybe even something with the Maltese Embassy. We ended up with only one episode, and that feels like an underachievement.

But getting a professor of international environmental law to give up an hour of his time for two secondary school students on a random Monday morning wasn't easy, and we're proud of it.

If we had to do it again, we would start mass reaching out earlier and never stop, even if 10 don't answer, keep going, because in the end we stopped looking for big guest and went local, with experts from Belgian universities, but even them are too busy.

Conclusion

The Environmental Lawcast was an attempt to do something real we would both remember in every aspect. Not to do it only for a grade, but to feel something while doing it, we felt like professionals contacting other professionals to discuss, and that was a real experience. Whether we fully succeeded is totally debatable, but we got some concrete stuff done.

We are very happy to have chosen the podcast format because it was real, and it forced us to go all in with the mail and during the meeting. There was no room for hesitation, and that is something no other lesson truly replicates.

References

European Commission. (2024). European Climate Law. Retrieved from https://climate.ec.europa.eu/eu-action/european-climate-law_en

European School Education Platform. (2024). Podcasts in Education: Engaging Learners through Audio Media. Retrieved from <https://school-education.ec.europa.eu>

Hew, K. F. (2009). Use of audio podcast in K-12 and higher education: A review of research topics and methodologies. *Educational Technology Research and Development*, 57(3), 333–357.

THE ROLE OF PEATLANDS IN CARBON STORAGE AND CLIMATE CHANGE MITIGATION

Weiler Yves Tristan, EEB3

Doikos Evangelos, EEB3

School: European School of Brussels III | S7 Sustainability Class

Abstract

Peatlands cover roughly 3% of the Earth's land surface yet store an estimated 550 to 650 gigatonnes of carbon, more than all the world's forests combined. This paper reviews the mechanisms that allow peatlands to store carbon over thousands of years, the consequences of their degradation for global greenhouse gas emissions, and the potential of restoration as a climate mitigation strategy. Evidence drawn from IPCC assessments and other data indicates that degraded peatlands account for approximately 5% of annual global anthropogenic CO₂ emissions. The paper concludes that peatland conservation is an essential and cost effective component of meeting the targets set by the Paris Agreement.

Research Question and Hypothesis

Research Question: To what extent do peatlands contribute to global carbon storage, and how does peatland degradation threaten climate change mitigation efforts?

Hypothesis: If peatlands are preserved and restored, then their capacity to sequester and store atmospheric carbon will significantly contribute to limiting global temperature rise, because the anaerobic conditions unique to peatland ecosystems slow organic matter decomposition and lock carbon in the soil for thousands of years.

1. Introduction

Climate change is widely regarded as the defining environmental challenge of the 21st century. While reducing fossil fuel emissions dominates public discussion on climate action, the role of natural ecosystems in regulating atmospheric greenhouse gas concentrations is equally significant. Among these ecosystems, peatlands hold a uniquely important position. They function as long-term carbon sinks, storing organic matter that has accumulated under waterlogged conditions over thousands of years.

Peatlands are wetland ecosystems defined by the build-up of peat, partially decomposed plant material composed mainly of sphagnum mosses, sedges, and other wetland vegetation. Their permanently or seasonally waterlogged soils create anaerobic conditions, meaning the soil is largely free of oxygen. Without oxygen, microbial decomposition is drastically slowed, so organic carbon builds up in the peat layer rather than escaping into the atmosphere as CO₂ or methane. Over thousands of years, this slow accumulation of roughly 0.5 to 1 mm per year has created peat deposits exceeding 10 metres in depth in some regions.

Despite their relatively small geographic footprint, peatlands store carbon on a truly global scale. However, drainage for agriculture, peat extraction, plantation forestry, and wildfire are rapidly converting these ecosystems from carbon sinks into carbon sources. When the water table drops, oxygen enters the upper peat layers and aerobic decomposition resumes, releasing centuries of stored carbon back into the atmosphere. Studies estimate that degraded peatlands now contribute roughly 1.3 billion tonnes of CO₂ equivalent per year, representing approximately 5% of global anthropogenic greenhouse gas emissions.

This paper reviews the scientific evidence on peatland carbon dynamics, examines the consequences of degradation, and evaluates peatland restoration as a nature based climate solution.

2. Methodology

2.1 Study Design

This scientific paper brings together current scientific knowledge about how peatlands store carbon. Instead of doing experiments, it focuses and analyses existing studies, scientific reports, and data from satellites. This approach is suitable because the research topic is large and covers different areas of science, including ecology, soil science, and climate science.

2.2 Data Sources

Table 1. Overview of data sources used in this literature review, by type, location, and purpose.

Source Type	Where to Find it	Use It For
IPCC Reports	AR6 Working Group I (2021)	Global carbon budget, emissions data, climate projections
Peer-reviewed journals	Global Change Biology, Nature Climate Change	Carbon flux, decomposition rates, restoration outcomes
Remote sensing data	Global Peatland Database, ESA CCI Land Cover	Peatland extent, land-use change, fire areas
UN / FAO reports	UNEP Global Peatlands Assessment (2022)	Degradation estimates, policy context
National inventories	EU Land Use and Land-Use Change data	Regional emissions from drained peatlands

2.3 Key Definitions

Carbon sequestration: The long-term removal of CO₂ from the atmosphere and its storage in organic or inorganic matter.

Carbon sink / source: A sink absorbs more carbon than it releases; a source releases more than it absorbs.

Anaerobic decomposition: Breakdown of organic matter without oxygen, occurring much more slowly than aerobic decomposition.

Peat: Partially decomposed organic matter accumulated over thousands of years in waterlogged soil, typically containing over 30% organic carbon by dry weight.

Rewetting or restoration: Raising the water table in a degraded peatland to restore anaerobic conditions and resume carbon accumulation.

Climate change: Long-term shifts in global temperatures and weather patterns, largely driven by human greenhouse gas emissions.

Carbon sequestration: The capture and long-term storage of atmospheric CO₂ in natural reservoirs such as forests, soils, and peatlands.

Greenhouse gases: Gases such as CO₂, methane, and nitrous oxide that trap heat in the atmosphere, driving global warming.

2.4 Limitations

Global peatland carbon estimates carry uncertainty because spatial resolution varies between studies. Carbon flux measurements are also more abundant for boreal and temperate zones than for tropical peatlands in Southeast Asia and the Congo Basin. Additionally, rewetted peatlands can initially increase methane emissions, since it has a global warming potential roughly 28 times that of CO₂ over 100 years, which complicates short-term assessments of restoration benefits.

2.4 Limitations

Global peatland carbon estimates carry uncertainty because spatial resolution varies between studies. Carbon flux measurements are also more abundant for boreal and temperate zones than for tropical peatlands in Southeast Asia and the Congo Basin. Additionally, rewetted peatlands can initially increase methane emissions, since it has a global warming potential roughly 28 times that of CO₂ over 100 years, which complicates short-term assessments of restoration benefits.

2.4 Limitations

Global peatland carbon estimates carry uncertainty because spatial resolution varies between studies. Carbon flux measurements are also more abundant for boreal and temperate zones than for tropical peatlands in Southeast Asia and the Congo Basin. Additionally, rewetted peatlands can initially increase methane emissions, since it has a global warming potential roughly 28 times that of CO₂ over 100 years, which complicates short-term assessments of restoration benefits.

3. Results

3.1 Global Carbon Storage

Global peatland carbon stocks are estimated at 550 to 650 GtC, with some estimates reaching 700 GtC when tropical deposits are included. For context, the entire atmosphere holds approximately 860 GtC as CO₂, meaning peatlands hold a quantity of carbon comparable to the total atmospheric carbon pool. All living terrestrial vegetation, by comparison, stores roughly 450 GtC. The distribution of this carbon is uneven: boreal and subarctic peatlands account for the largest areas, while tropical peatlands such as those in Borneo, Sumatra, and the Congo Basin hold exceptionally high carbon densities per hectare.

3.2 How Peatlands Accumulate Carbon

Peatlands accumulate carbon because photosynthetic uptake of CO₂ consistently exceeds ecosystem respiration on an annual basis. This imbalance is maintained by the high water table, which keeps deeper peat layers in anaerobic conditions. In the absence of oxygen,

decomposition relies on methanogenesis, a slow microbial process that releases far less energy per unit of organic matter than aerobic breakdown. Sphagnum mosses further resist decomposition because they contain phenolic compounds and a polymer called sphagnum that inhibits microbial enzyme activity. Radiocarbon dating of peat profiles confirms that the deepest layers in many European bogs began forming around 10,000 years ago, after the last glacial maximum.

3.3 Carbon Release from Degraded Peatlands

When peatlands are drained for agriculture or forestry, the water table drops and aerobic decomposition resumes in previously anaerobic layers. Studies of drained European agricultural peatlands report CO₂ release rates of 5 to 20 tonnes per hectare per year, compared to near-zero or even negative flux from intact peatlands. Peat fires add a further dimension: unlike surface vegetation fires, peat fires can smoulder underground for weeks, consuming peat that took millennia to form. The 1997 to 1998 Indonesian fires linked to El Niño released an estimated 0.81 to 2.57 GtC, equivalent to 13 to 40% of global fossil fuel emissions that year. Drained peatlands also release nitrous oxide (N₂O), which has a global warming potential 273 times that of CO₂ over 100 years, making their total warming impact substantially higher than CO₂ figures alone suggest.

3.4 Global Emission Estimates and Restoration Potential

Degraded peatlands currently emit roughly 1.3 billion tonnes of CO₂ equivalent per year, approximately 5% of total global anthropogenic greenhouse gas emissions. Southeast Asian peatlands account for only 15% of global peatland area yet contribute a disproportionately large share of these emissions due to rapid conversion for oil palm and acacia plantations. Rewetting drained peatlands re-establishes anaerobic conditions and can shift a site from carbon source to carbon sink within 5 to 15 years, depending on the severity of degradation. Although initial methane emissions increase after rewetting, studies consistently show a net climate benefit over 50 to 100 year timeframes.

4. Discussion

4.1 Peatlands in the Global Carbon Budget

The evidence reviewed confirms that peatlands are irreplaceable components of the global carbon cycle. Their 550 to 650 GtC store has built up over geological timescales and cannot be recreated on any policy relevant timeframe. Even if all further degradation were halted today, the roughly 15% of peatlands already drained or damaged will continue emitting for decades. To put the stakes in perspective, releasing just 10% of global peatland carbon would add approximately 60 GtC to the atmosphere, the equivalent of six years of total global emissions, which alone would likely make the Paris Agreement's 1.5 degree Celsius target unreachable.

4.2 Peatlands and the Paris Agreement

The Paris Agreement of 2015 commits signatory nations to limiting warming to well below 2 degrees Celsius, with efforts to reach 1.5 degrees Celsius. The IPCC's Sixth Assessment Report explicitly identifies nature-based solutions, including peatland conservation and restoration, as cost-effective mitigation strategies with co-benefits for biodiversity and water quality. However, many countries still do not include drained peatland emissions in their national greenhouse gas inventories or Nationally Determined Contributions. Better accounting standards and greater consistency in reporting will be essential before peatland protection can be effectively integrated into global climate policy.

4.3 Trade-offs and Challenges

Three key tensions complicate peatland policy. First, the short-term methane increase from rewetting can reduce public and political appetite for restoration, particularly when climate communication focuses on 20-year rather than 100-year warming potentials. Second, many degraded peatlands now support agricultural livelihoods: in Indonesia, oil palm on peat contributes significantly to national income, creating a direct conflict between climate goals and economic development that any credible policy must address. Third, climate change itself is worsening peatland conditions: warmer, drier summers are increasing water table drawdown in Scandinavia and Canada even in nominally intact peatlands, while permafrost thaw in subarctic regions threatens to release previously frozen organic carbon, potentially amplifying warming beyond current IPCC projections.

4.4 Restoration as Policy

Despite these challenges, cost-effectiveness analyses consistently find that peatland restoration delivers greenhouse gas abatement at a cost of roughly 5 to 25 euros per tonne of CO₂ equivalent in temperate regions, which is far cheaper than most technological carbon capture options. Financing mechanisms including voluntary carbon markets, REDD+, and the EU Carbon Removal Certification Framework are beginning to direct investment towards peatland protection. The challenge is ensuring that these mechanisms are rigorously monitored and that the permanence of carbon storage in restored peatlands is not undermined by future policy reversals or climate impacts.

5. Conclusion

This paper has shown that peatlands are not peripheral ecosystems in the context of climate change. They are central to it. Intact peatlands represent the largest terrestrial carbon store on Earth, built through biogeochemical processes enabled by anaerobic, waterlogged conditions over thousands of years. Their degradation through drainage, burning, and conversion is releasing this carbon at a rate that constitutes a significant fraction of global anthropogenic emissions, while their restoration offers one of the most cost-effective nature-based mitigation pathways available.

The hypothesis of this paper is strongly supported by the evidence: peatland preservation and restoration can make a meaningful contribution to limiting global temperature rise. The science is clear. What remains is for governments, international bodies, and financial institutions to translate this evidence into consistent, well-funded, and genuinely enforceable policy commitments. Protecting peatlands is not a marginal environmental concern; it is a climate imperative.

Future research should prioritise several underexplored areas. First, long-term carbon flux monitoring in tropical peatlands, particularly in the Congo Basin and Southeast Asia as they remain insufficient compared to boreal systems; expanding remote sensing and in-situ measurement networks in these regions would reduce current uncertainty in global carbon budget estimates. Second, the net climate impact of methane emissions from rewetted peatlands across diverse climatic zones requires further quantification, especially beyond 30-year timescales. Third, interdisciplinary work linking peatland hydrology, permafrost dynamics, and climate feedback models is needed to improve projections of how warming conditions may accelerate carbon release from currently intact peatlands. Finally, socioeconomic studies examining the feasibility of peatland-compatible livelihoods in regions dependent on peat-based agriculture would help translate conservation goals into practical policy frameworks.

References

- Global Fire Emissions Database. (n.d.). Global Fire Emissions Database (GFED). Retrieved May 18, 2026, from <https://www.globalfiredata.org/> [Last visited: 18/05/2026]
- Global Peatland Database. (n.d.). Global Peatland Database. Greifswald Mire Centre. Retrieved May 18, 2026, from <https://www.globalpeatlands.org/> [Last visited: 18/05/2026]
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009157896> [Last visited: 18/05/2026]
- Joosten, H. (2010). *The global peatland CO2 picture: Peatland status and drainage related emissions in all countries of the world*. Wetlands International. Retrieved May 18, 2026, from <https://www.wetlands.org/publications/the-global-peatland-co2-picture/> [Last visited: 18/05/2026]
- Limpens, J., Berendse, F., Blodau, C., Canadell, J. G., Freeman, C., Holden, J., Roulet, N., Rydin, H., & Schaepman-Strub, G. (2008). Peatlands and the carbon cycle: From local processes to global implications – A synthesis. *Biogeosciences*, 5(5), 1475–1491. <https://doi.org/10.5194/bg-5-1475-2008> [Last visited: 18/05/2026]
- Purre, A.-H. (2026, May 18). *Personal communication*. [Audio interview]. European School of Brussels III. See Appendix A. [Last visited: 18/05/2026]
- United Nations Environment Programme (UNEP). (2022). *Global peatlands assessment: The state of the world's peatlands – Evidence for action toward the conservation, restoration, and sustainable management of peatlands*. UNEP. Retrieved May 18, 2026, from <https://www.unep.org/resources/global-peatlands-assessment-2022> [Last visited: 18/05/2026]
- Wilson, D., Blain, D., Couwenberg, J., Evans, C. D., Murdiyarso, D., Page, S. E., Renou-Wilson, F., Rieley, J. O., Sirin, A., Strack, M., & Tuittila, E.-S. (2016). Greenhouse gas emission factors associated with rewetting of organic soils. *Mires and Peat*, 17, 1–28. <https://doi.org/10.19189/MaP.2016.OMB.222> [Last visited: 18/05/2026]

Appendix A: Interview with Dr. Anna-Helena Purre

The following audio interview was conducted with Dr. Anna-Helena Purre (personal communication, May 18, 2026), a researcher specialising in climate change mitigation and peatland science. The interview provided supplementary expert perspective on the themes addressed in this paper. The audio recording is attached separately as a digital file.

BetterTogetherProject17

Mylona Linda, EEB3

Zachariou Chloe, EEB3

Abstract

Our project explores how the power of social media can be used to promote sustainability among students. Through posts, stories and interactive content, we shared current news from around the world, school related sustainability projects and personal experiences. We conducted a small study at the end of the school year using Instagram stories for older students (S5-S7) and Google forms for younger students (S1-S3). The results show differences in awareness levels of both age groups. This project aims to use digital platforms in a positive, educational way that suggests social media can be an effective tool for reaching teens and influencing more sustainable behaviours.

Keywords

Sustainability, social media, digital education, student awareness

Introduction

This project is the final project of the newly introduced Sustainability and Active Citizenship course in our school. Unlike traditional subjects it is interdisciplinary and it examines issues through environmental, economic, political, scientific, mechanical and technological perspectives. An important element of this course is the involvement of experts, from all industries, who provided real life examples and experiences and helped us understand the practical applications of sustainability and active citizenship in everyday life. Their contributions helped us understand how these issues affect society and how individuals can make responsible and informed decisions.

Inspired by the experts and their real-life experiences we wanted to have a similar influence on our classmates through social media. Therefore, the purpose of this project is to investigate the impact social media has in supporting education in sustainability.

Methodology

1. Instagram Platform

The central part of our project was the creation of a sustainability focused Instagram platform.

We created a series of posts based on a few personal experiences. These included examples such as visits to the university of Kavala and school planting. By using real-life situations, we made concepts more understandable and enjoyable. In addition to feed posts, we aimed to

post around three stories per week in which we reposted sustainability news of the week from around the world, keeping teenagers up to date with current world situations. A key feature of posting stories was the potential of interactivity. We used Instagram tools such as polls, quizzes and question boxes to directly involve students. For example, a large part of our research was collected using this tools and questions about recycling habits and opinions on sustainability were asked. Posts and stories not only allowed to directly engage with students but also collect necessary data for our research.

Another important focus was visual communication. All posts and stories were designed to be clear, understandable and attractive, using short texts, bright colours, images and trends to our advantage to simplify ideas and engage with students. This was important because social media users, especially of our generation tend to engage with content that is quick and easy to understand.

In addition, the content posted aimed to reflect the interdisciplinary nature of the course, with some posts and stories focusing on environmental issues while others included other aspects like legislation. This helped present sustainability as a more interesting and complex system rather than just the perceived idea of the discussion of climate change.

INSTA PIC

2. Data collection

Data for this project was collected through online questionnaires and interactive social media tools. Students from different age groups participated by answering multiple choice questions related to sustainability topics. Responses were gathered over a period of time to identify general trends and levels of awareness among students.

3. Data analysis

The collected responses were reviewed and compared between the different age groups. Patterns in student answers were identified in order to examine levels of understanding and engagement with sustainability topics. The analysis helped us evaluate the effectiveness of social media as an educational tool.

Results

The data collected through the multiple-choice questions shows clear difference between age groups. Overall older students (S5-S7) selected more accurate answers, showing a stronger understanding of basic sustainability concepts. For example, many older students correctly identified renewable energy sources and understood the importance of reducing plastic waste.

This suggests that both age, and exposure to the internet contribute to a wider level of general knowledge on topics of sustainability.

In contrast, younger students (S1-S3) often responded with incorrect answers. Many of their responses showed a partial understanding on a wide range of topics. However, all questions were answered, and students did seem to have a general idea of the topic. This indicated that their awareness is still developing and can be influenced through targeted education.

To conduct it the use of multiple-choice questions allowed us to identify specific patterns. For example, when asked questions about recycling, climate change and sustainable habits, older students were more likely to select the correct answers and provide more informed responses than younger students.

Importantly, the results suggest that the Instagram platform had an impact. Students who interacted regularly with our content were more likely to chose informed, correct answers especially related to stories and posts from throughout the year.

Through the year, we managed to gain a large following of two hundred EEBIII students across all sections and years between S5-S7. By far the highest level of interaction from students was seen on school related projects such as the recent planting project.

These results suggest that while social media is effective for raising awareness and reaching students, it should be combined with deeper and more informed discussions in school.

Overall, the results support the idea that our project was successful in engaging students and increasing awareness of sustainability. It demonstrates that the use of social media as a tools can support education and make complex and current topics more relevant, relatable, accessible and interesting.

Conclusion

This project showed that social media can be an effective way to increase awareness of sustainability among students. Through questionnaires and online activities, we were able to identify differences in understanding between age groups. Older students generally demonstrated a stronger knowledge of sustainability topics, while younger students showed developing awareness.

The project also highlighted how social media can encourage participation and make educational content more engaging. Overall, the results suggest that online platforms can support sustainability education and help students become more informed about environmental issues.

References

- Alhabash Saleem, & Ma Mengyan. (2017). A tale of four platforms: Motivations and uses of Facebook, Twitter, Instagram, and Snapchat among college students? *Social Media + Society*, 3(1), 1–13.

- Anderson Alison. (2017). Media, environment and the network society. *Palgrave Communications*, 3(1), 1–6.
- European Commission. (2022). *GreenComp: The European Sustainability Competence Framework*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Tess Paul A.. (2013). The role of social media in higher education classes (real and virtual): A literature review. *Computers in Human Behavior*, 29(5), A60–A68.
- UNESCO. (2017). *Education for Sustainable Development Goals: Learning Objectives*. Paris: UNESCO.
- Wals Arjen E. J.. (2015). Beyond unreasonable doubt: Education and learning for socio-ecological sustainability in the Anthropocene. *Wageningen University*.

A proposal of an environmental educational program in archaeological sites: in the case of Philippi

Mylona Linda, Zachariou Chloe Marina, Doikos Evangelos, Weiler Tristan, Jiru Raphaël, Ntimos Panagiotis

Abstract

This four-hour excursion, organized by the European School of Brussels III, takes students to the archaeological site of Philippi, Greece, and invites them to explore history from a new perspective. Rather than focusing on the past, the program highlights the connection between cultural heritage and modern sustainability. The aim is to demonstrate that many aspects of ancient life were much more sustainable than assumed and how preserving historical sites fits together with environmental care and responsible tourism. The excursion is divided into structured and engagement segments to help maintain the interest of student and encourage active participation from all students.

Keywords: sustainable, engaging, group-work, fun, educational.

Introduction

The archeological site of Philippi is an ideal setting for helping students to connect the ancient world with our modern world. Traditional school visits to archeological sites are often filled with dates, historical figures and events, which can feel uninteresting and unengaging for younger students. That is why this program is filled with active, interesting and engaging activities, while strenuously learning about many topics.

Designed for S1-S4 students, this isn't a lecture; it's hands-on. Students are working in teams focused on one theme: Water, Energy, Materials, Nature, and Community. Through discussions, observation and activities students learn that historical preservation isn't just about the past but instead it's a tool for building a greener future. By the end of the visit, students will not only see ancient stone structures but they will understand how the people of Philippi worked with nature and how our society can be inspired and make smarter, and more responsible choices.

The day before:

Watch a video helping them visualize Philippi, get excited and learn some background information, for the new information to be easily pieced together, making it more interesting for the students and to help them get excited.

Split into 5 teams of 5 students per team: Water, Energy, Materials, Nature, Community.

(Suggestion: teacher creates the groups to ensure a fair dynamic between the teams)

The students will associate with one of the 5 teams which are based on one of the factors of sustainability. They will use it in upcoming activities.

Some educational videos:

[Exploring the Ancient Wonders of Philippi, Greece 1](#)

[Exploring the Ancient Wonders of Philippi, Greece 2](#)

9:00-9:20 Welcome and Orientation

- Meeting the local guide
- Distribution of worksheets
- Warm up game: “One Word from the Past”

The purpose of this game is to break the ice and get students to think creatively.

Material needed: a ball or an item that can be easily passed around.

In this game, each student says one word that connects their team’s theme Water, Energy, Materials, Nature, or Community to ancient Philippi. One by one, everyone shares their words out loud and writes them down on the worksheet. Together, all the words form a nice introduction to the day. This short activity helps students start thinking about how Philippi’s past links to sustainability.

Some ideas:

Energy: sun, fire, light, working, cooking...

Materials: marble, wood, stone, tools, brick...

Nature: tree, animals, plants, agriculture, shade...

Water: river, bath, well, sea, drinking...

Community: market, friends, church, work, city...

(location: outside of the site, duration: 15 minutes)

9:25-10:10 Ancient theatre

- **Observations of the theatre**
- **Eco theater activity**

The guide gives a historical explanation and tour of the ancient theater.

Observe how the theater uses the hill's slope.

Guidance questions to help students observe the site more efficiently:

- Where do you think the sound goes?
- Why do you think they built it on the side of the hill?

Test the ancient acoustics: some students are all the way up at the very far seats of the theater while the students that remained in the center talk in their normal volume, the students far away observe how even without a microphone they could hear each other perfectly without increasing the volume of their voice.

Activity: Architects of the future- Create your eco-theatre.

Students work in groups to apply what they observed in the ancient theatre to design a modern, sustainable theater. Each group oversees designing the part of the theater that corresponds to their group theme. The groups then bring together their ideas and build an eco-theater theater. The goal is understanding how, materials, nature, community and energy work all together to create a sustainable, functional design.

Teacher's note: Explain to students and help them understand how ancient theaters were sustainable, without modern technology (natural slopes instead of heavy construction, sunlight, natural acoustics instead of speakers...). While all ideas are welcome, during the activity remind the students to mainly focus on their group theme when designing the theater.

Some ideas:

Energy: Using sunlight for daytime performances, reducing the use of lighting. Outdoors design that has natural ventilation to eliminate the use of air-conditions and reduce the use of electricity...

Materials: No use of metal and plastic, instead recycled clay, wood and stone. Using local materials to reduce transportation...

Nature: Plant trees to provide shade and cooling especially in the summer, plants growing on or around the theater, building it areas that doesn't affect wildlife...

Water: small water features to cool the air, collecting rainwater that can be used to: water plants, cooling the area, cleaning the theater.

Community: used for celebrations, performances, everyone is welcome, builds a community...

10:10-10:20 Brief break

The students make their way to the Basilica Ruins

10:25- 10:45 Basilica Ruins

- **Observe the reuse of stones, columns and materials**
- **Discuss recycling in ancient time and now**

The guide explains to students how people used materials from other structures in the Basilica ruins. The students explore the site and identify reused elements and then discuss why and how recycling was important in ancient construction.

Guidance questions:

- Can you identify stones or columns that were reused?
- Why do you think ancient builders chose to reuse materials instead of using or making new ones?
- How does this relate to recycling as we know it today?

Teacher's note: Explain that reusing materials in the ancient times was practical and sustainable (many materials were scarce, valuable and transportation was difficult). Mention how recycling and being resourceful is relevant even today.

10:50- 11:10 Roman Baths

- **Observe the bath and aqueducts**
- **Discuss ancient water management**

The guide gives a historical explanation and tour of the Roman Baths and water system.

Students can observe the way water was transported, stored and reused and learn how the ancient city managed their most necessary resources efficiently, without waste and without modern technology.

Guidance questions:

- Why was water management important for the whole city?
- Where does the water go?
- How do you think they reused and conserved the water?

Teacher's note: Make sure to explain to the students that the Romans were highly advanced in water engineering, by using baths, gravity and aqueducts to manage water efficiently. Focus on how the conservation, reuse and shared resources were sustainable.

11:15- 12:15 Forum (Agora)

- **Explanation of the Agora's role in the ancient times (community)**
- **Observation of the space as a place of economic, social and cultural**

The guide gives a historical explanation and tour of the Forum.

In ancient times the Forum was where people met, traded goods, exchanged ideas and bonded as a community. Students are encouraged to imagine what daily life in the Agora might have looked like.

Guidance questions to help students observe the site more efficiently:

- What kinds of people could you have met here?
- Why was it important to have a space like this one?
- Do we have any markets today to compare to the ancient Agora?

Activity: Sustainable Traders– Eco-market Challenge

Students work with their groups and imagine that they are merchants in ancient Philippi who want to sell a sustainable product in the Agora. With inspiration from ancient trade and modern sustainability, each group creates a product (based on their groups' theme) and then prepares a short market pitch. The winning team is decided by a vote based on “which product would you most likely buy”, including students from all teams, the guide and teachers (the teams cannot choose to vote for themselves). Students of the winning team are awarded (e.g. with a guaranteed A on their grade for that day, a skip a homework pass, choosing the music on the bus...)

The product must:

- Be useful for people in daily life
- Protect the environment or help support the community
- Use local or natural materials

The market pitch prepared by each group should be around 30sec. They are to present their product as if they were selling it in the ancient Agora.

Teacher's note: Explain to students how ancient trade worked and how it was mostly local and based on handmade, reusable and repairable products. At that time there was no plastic packaging, transportation of long distanced and mass production. Remind student that the goal of the activity is not an invention of a complex product but instead understanding how simple and well thought out products can be more sustainable. Many ideas involve considering the themes from other groups, that is unavoidable but try to help them stay on the right track and remind them that they should focus on their own theme.

Some ideas:

Energy: Insulated baskets and objects made from wool or straw to help preserve heat, thick clay containers that keep food warm or cold for hours, shared ovens so many families can cook using one fire...

Materials: Reusable cloth bags, baskets made from natural fibers, reusable tools and utensils made of wood...

Nature: Packets with seeds for growing plants and vegetables, natural cleaning products, soaps made from herbs...

Water: clay jars helping to keep the water cool, refillable containers, bowls/ objects to help collect rainwater

Community: teaching a skill, storytelling, board games...

Example of a pitch:

“Welcome to Phillipi, our product is called the Water Thermos Jar. It is made from thick local clay and keeps water cool all day even in the hottest summer days. You can refill it easily and so there is no need of wasting water and other materials. We help our planet by saving water, using natural materials and sharing resources with our community”

12:20- 12:30 Brief break

12:30- 12:37 Prison of saint Paul

The guide gives historical context.

Discuss ethical and community values.

12:40- 12:43 Hill viewpoint

The students can see the site from above. The knowledge from the visit will help them visualize and imagine how it was and piece all the information together.

12:45- 13:00 Small Museum visit

Ending the tour with a quick visit to the small museum, giving the students a chance to wind down and relax for a bit while visualizing and linking artifacts to what they have learned and observed during the tour.

Conclusion

This educational program demonstrates how powerful archeological sites can be as a tool for environmental education. The activities designed are aimed for students to discover that sustainability is not a modern invention but is a practice with origin in ancient ways of living. By approaching an archeological site through the lens of sustainability students develop their critical thinking skills and they view ancient structures as more than just historical remains but as practical

examples and solutions to environmental and social challenges. Ultimately the aim is to encourage and support responsible citizenship. By understanding how ancient societies worked with nature rather than against it, students get a better understanding of their duty to look after the environment, the planet and our heritage.

References

<https://whc.unesco.org/en/list/1517/>

<https://www.unesco.org/en/sustainable-development/education>

<https://www.unesco.org/en/sustainable-development/education>

<https://www.lotc.org.uk>

<https://www.thebritishacademy.ac.uk/podcasts/what-can-ancient-civilisations-teach-us-about-sustainability/> (the transcript)

<https://bee-inc.com/2015/11/17/ancient-cities-sustainability/>

<https://www.ijssat.org/papers/2025/3/7635.pdf>

<https://explorersagainstextinction.co.uk/blog/planning-an-unforgettable-educational-excursion/>

Closing word

The call for articles for the 2026–2027 issue will open in September 2026, and we encourage every student with an interest in Science or Arts to contribute their work.

If you have any questions or would like to learn more about the submission process, please contact us at IXL-SUSTAINABILITY@eursc.eu.

