

Academia Oamenilor de Știință din România
“AOȘR-TEAMS-III” EDIȚIA 2024-2025
“TRANSFORMAREA DIGITALĂ ÎN ȘTIINȚE”

Digiversitate 3.0. Analiza (re) colonizării biodiversității în carierele abandonate prin metode digitale: concept, practici și provocări



Întocmit:

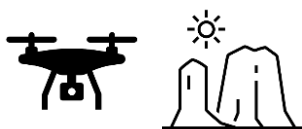
Dr. Theodor-Sebastian Topliceanu

Drd. Alexandra E. Telea

RAPORT INTERMEDIAR II

DECEMBRIE, 2024

pentru 1 August – 31 Decembrie 2024



Titlul proiectului: Digiversitate 3.0. Analiza (re)colonizării biodiversității în carierele abandonate prin metode digitale: concept, practici și provocări

Domeniul științific: Științe biologice

Echipa:

Director de proiect: Dr. Theodor-Sebastian Topliceanu

Membru: Drd. Alexandra E. Telea

Colaboratori: Drd. Fănaru Geanina, Ms. Miruna-Gabriela Vizireanu

Voluntari: Bsc. Titus Gavirlă, Dragos Balasoiu, Roxana Teodoru

Scop. În proiectul de față ne propunem să realizăm o metodă alternativă de evaluare a diversității specifice și să elaborăm un protocol nou care integrează tehnologii noi digitale și inteligența artificială.

Obiectiv 1. Cartarea tipurilor de habitate și evaluarea la scară temporală a colonizării habitatelor din cariere.

Obiectiv 2. Estimarea diversității speciilor și evaluarea la scară temporală a bogăției specifice din cariere.

Obiectiv 3. Crearea unei platforme online pentru a încuraja știința cetățenească ("citizen science").

Zona de studiu:

Dobrogea, România. Carierele de suprafață Baba Rada, județul Tulcea, și Urluia, județul Constanța, ambele abandonate (Fig. 1)

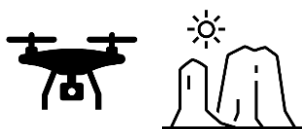
Activități realizate pentru atingerea obiectivelor:

Obiectiv 1:

Rezultatele prezentate sunt incluse și trimise spre publicare în articolul intitulat Topliceanu Th.-S, Fănaru G., Vizireanu M., Telea E.A. (nd) - **Assessment of renaturation in active and inactive quarries using remote sensing data.**

Monitorizarea capacității de renaturare a carierelor de suprafață este complexă și costisitoare. În contextul actual al schimbărilor climatice și a degradării continue a habitatelor naturale sub efectul activității antropice, este cu atât mai important să găsim metode eficiente și rapide pentru a urmări capacitatea ecosistemelor de a se reface, dar și pentru a ști când și cum să intervenim.

O astfel de ustensilă este indicele NDVI (Normalized Difference Vegetation Index). Acest index derivă din analiza vegetației din imagini satelitare sau aeriene și măsoara diferența dintre lumina reflectată și



cea absorbită de vegetație (Meneses-Tovar 2011). Valorile NDVI variază de la -1 la +1, unde valorile apropiate de +1 indică o vegetație sănătoasă și densă, valorile apropiate de 0 indică o vegetație rară sau inexistentă, iar valorile apropiate de -1 corespund de obicei apei, norilor sau zăpezii (Pettorelli et al. 2011). Pentru a înțelege ceea ce afectează valoarea indicelui NDVI, respectiv a evoluției comunităților vegetale, este necesară analiza corelațiilor cu factori climatici.

Obiectivul studiului din cadrul *Activității 1* a fost de a evalua utilizarea NDVI în analiza și monitorizarea proceselor de renaturare a carierelor prin: compararea schimbărilor observate în condiția vegetației de-a lungul timpului în cele două tipuri de cariere (1), luând în considerare și habitatele din jur (2). În plus, a fost verificată și influența parametrilor climatici asupra tendințelor NDVI în timp (3).

Pentru studiul de față, am obținut valorile indicelui NDVI și a factorilor climatici folosind platforma online ClimateEngine. Această platformă conține seturi de date obținute de senzorii Landsat 5/7/8/9 SR (reflectanță de suprafață), deținuți de NASA/USGS. Am suprapus limita a șase cariere din Dobrogea (trei active și trei inactive) peste imaginile aeriene, iar aceste seturi de date au furnizat valori NDVI dintr-un sistem de grilă de pixeli de 30 m (Fig. 1 și Tabel 1). Apoi am descărcat valorile medii pentru NDVI, temperatură minimă, temperatură medie, temperatură maximă, precipitații și radiație solară zilnică pentru ultimii zece ani în cazul carierelor active (2014–2024) și din momentul închiderii până în prezent în cazul carierelor inactive (1996–2024). Au fost definite două momente a câte doi ani pentru a observa cum se modifică indicele NDVI în timp: Momentul inițial (A) și momentul actual (B). Momentul A este reprezentat de primii doi ani din setul de date, iar momentul B de ultimii doi ani din setul de date. Pe lângă indicii NDVI și factorii climatici, am luat în considerare și habitatele înconjurătoare carierelor. Acestea au fost împărțite în habitate forestiere (în CF și B) și habitate deschise mixte—habitate stepice și agricole— (în BR, U, NB și S) (Tabel 1).

Pentru analiza statistică a fost aplicat testul Shapiro-Wilk pentru a verifica normalitatea tuturor seturilor de date. Datele având o distribuție asimetrică, s-a folosit testul Mann-Whitney U pentru a analiza variația mediei NDVI între 1) tipul de carieră; 2) cele două momente (A și B); și 3) habitatele înconjurătoare. Pentru corelațiile mediei NDVI și a parametrilor climatici a fost efectuată analiza corelației distanței Székely-Rizzo-Bakirov. Valorile corelației variază de la 1 (corelație pozitivă puternică) la -1 (corelație negativă puternică). Valorile (pozitive sau negative) de la 0 la 0.2 reprezintă o corelație nesemnificativă, de la 0.2 la 0.4 o corelație scăzută, de la 0.4 la 0.6 o corelație medie, de la 0.6 la 0.8 o corelație puternică și de la 0.8 la 1 o corelație ridicată.

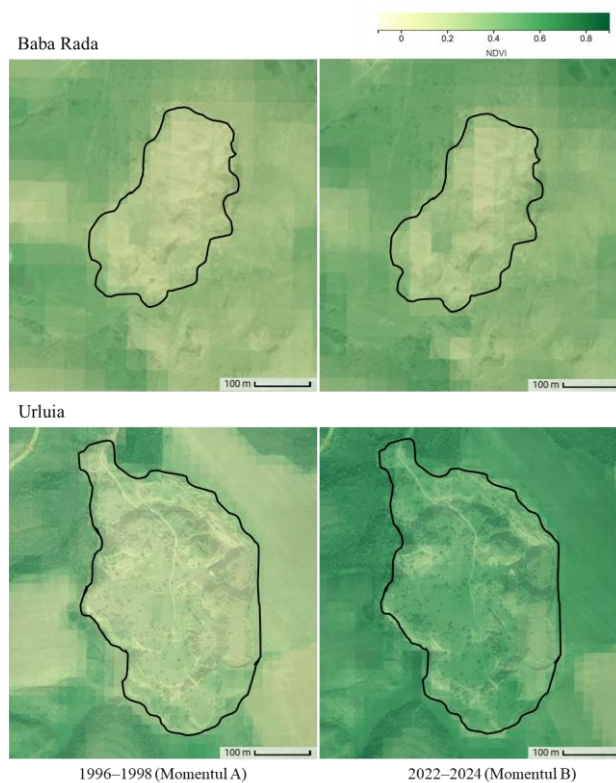
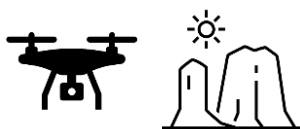


Fig. 1. Valoarea medie a indicelui NDVI pentru carierele Baba Rada (BR) și Urluia (U)

Tabel 1. Descrierea carierelor analizate.

<i>Codul Carierei</i>	<i>Regiunea Dobrogei</i>	<i>Suprafață (ha)</i>	<i>Material extras</i>	<i>Habitat înconjurător</i>	<i>Intervalul de date extrase</i>	<i>Status</i>
BR	Nordică	4.2	Granit	Deschis mixt	1996–2024	Inactivă
CF	Sudică	7.52	Calcar	Pădure	1996–2024	Inactivă
U	Sudică	37.89	Diatomită	Deschis mixt	1996–2024	Inactivă
B	Nordică	6.89	Gresie	Pădure	2014–2024	Activă
NB	Centrală	97.08	Calcar	Deschis mixt	2014–2024	Activă
S	Centrală	31.46	Calcar	Deschis mixt	2014–2024	Activă

Rezultate:

Valorile medii anuale ale NDVI au arătat tendință pozitivă pentru ambele tipuri de cariere. În cazul carierelor active cea mai mică valoare medie a NDVI a fost semnalată în anul 2015 (0.231) și cea mai mare în anul 2024 (0.299), iar pentru carierele inactice cea mai mică valoare medie a NDVI a fost observată în anul 2001 (0.256), iar cea mai mare în anul 2024 (0.441) (Fig. 2).

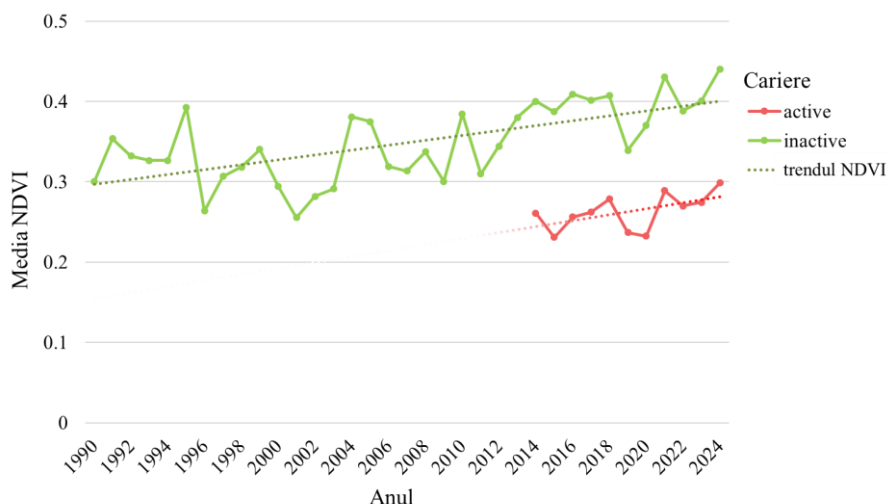
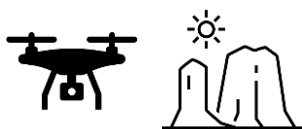


Fig. 2. Media indicelui NDVI în cadrul ambelor tipuri de cariere de-a lungul timpului.

Valorile medii ale NDVI nu prezintă diferențe semnificative între carierele active și cele inactive în momentul inițial (Moment A $NDVI_{activ} = 0.25 \pm s.e. 0.01$; Moment A $NDVI_{inactiv} = 0.27 \pm s.e. 0.01$; $Z = -1.88$; $p > 0.05$), însă prezintă diferențe semnificative în momentul actual între cele două tipuri de cariere (Moment B $NDVI_{activ} = 0.28 \pm s.e. 0.01$; Moment B $NDVI_{inactiv} = 0.42 \pm s.e. 0.01$; $Z = -9.63$; $p < 0.05$). Între cele două momente, nu există diferențe semnificative în cazul carierelor active (A $NDVI_{activ} = 0.25$; B $NDVI_{activ} = 0.28$; $Z = -1.88$; $p > 0.05$), însă există diferențe semnificative în cazul carierelor inactive, momentul inițial având o medie NDVI mai mică comparativ cu momentul actual (A $NDVI_{inactiv} = 0.27$; B $NDVI_{inactiv} = 0.42$; $Z = -9.81$; $p < 0.05$) (Fig. 3).

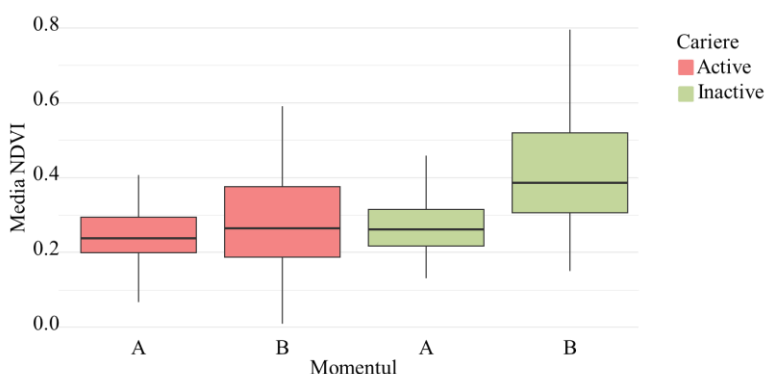


Fig. 3. Diferențele mediei NDVI între cele două tipuri de cariere în momentul inițial (A) și momentul actual (B).

Media NDVI nu prezintă diferențe semnificative între habitatele forestiere și cele deschise mixte în momentul inițial (A $NDVI_{pădure} = 0.27$; A $NDVI_{deschis-mix} = 0.25$; $Z = -2.31$; $p > 0.05$), însă în momentul actual, carierele cu habitatele înconjurătoare reprezentate de pădure au o valoare a mediei NDVI mai mare în comparație cu cele înconjurate de habitate deschise mixte (A $NDVI_{pădure} = 0.48$; A $NDVI_{deschis-mix} = 0.32$; $Z = -11.49$; $p < 0.05$) (Tabel 3, Fig. 4).

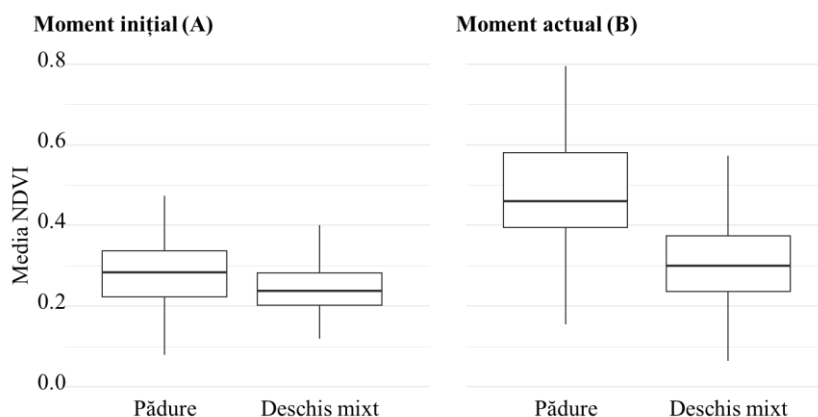
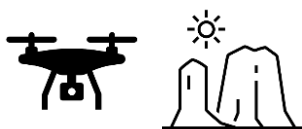


Fig. 4. Diferențele mediei NDVI între carierele ce au habitatul înconjurător reprezentat de pădure vs. habitatele deschise mixte în momentul inițial (A) și momentul actual (B).

Pentru carierele înconjurate de habitat forestier: Valorile medii NDVI ale carierelor active sunt mai mici decât cele ale carierelor inactive, atât în momentul inițial ($Z = -3.73$; $p < 0.05$), cât și în momentul actual ($Z = -6.11$; $p < 0.05$). Valorile medii NDVI prezintă valori mai mici în momentul inițial comparativ cu momentul actual, atât în cazul carierelor active ($Z = -5.77$; $p < 0.05$), cât și în cazul carierelor inactive ($Z = -7.15$; $p < 0.05$) (Tabel 3, Fig. 5 sus).

Pentru carierele înconjurate de habitat deschis mixt: Nu există diferențe semnificative între cele două tipuri de cariere în momentul inițial ($Z = -0.11$; $p > 0.05$). În momentul actual, valorile medii NDVI sunt mai mici în carierele active comparativ cu cele inactive ($Z = -9.43$; $p < 0.05$). Nu există diferențe semnificative în cazul carierelor active între momente ($Z = -1.50$; $p > 0.05$), însă există la carierele inactive, unde valorile mediei NDVI sunt mai mici în momentul inițial față de momentul actual ($Z = -7.90$; $p < 0.05$) (Tabel 3, Fig. 5 jos).

Tabel 3. Valorile mediei NDVI în cariere bazate pe habitatele înconjurătoare în momentul inițial și actual.

<i>Habitatele înconjurătoare și tipul cariere</i>	<i>Momentul inițial (medie $\pm$ s.e.)</i>	<i>Momentul actual (medie $\pm$ s.e.)</i>
Habitat forestier	0.27 ± 0.01	0.48 ± 0.01
Cariere active	0.24 ± 0.01	0.39 ± 0.02
Cariere inactive	0.32 ± 0.01	0.52 ± 0.01
Habitat deschis mixt	0.25 ± 0.01	0.32 ± 0.01
Cariere active	0.25 ± 0.01	0.23 ± 0.01
Cariere inactive	0.25 ± 0.01	0.37 ± 0.01

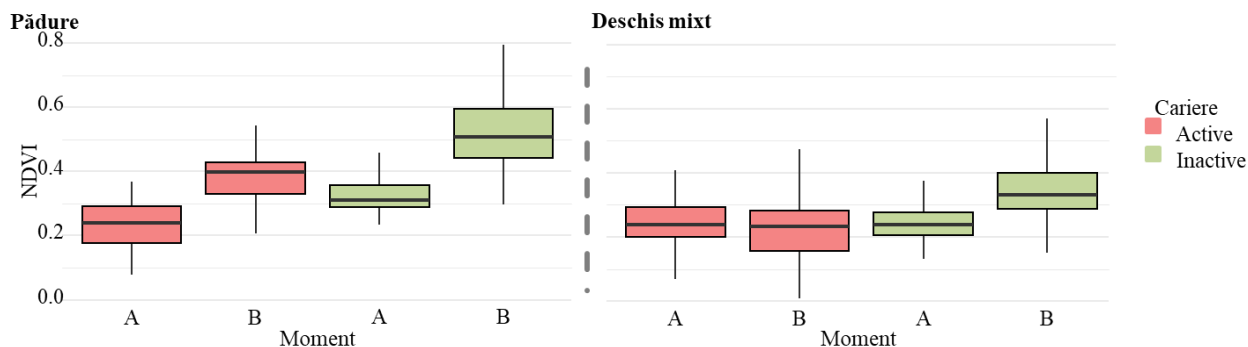
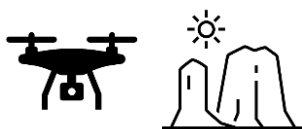


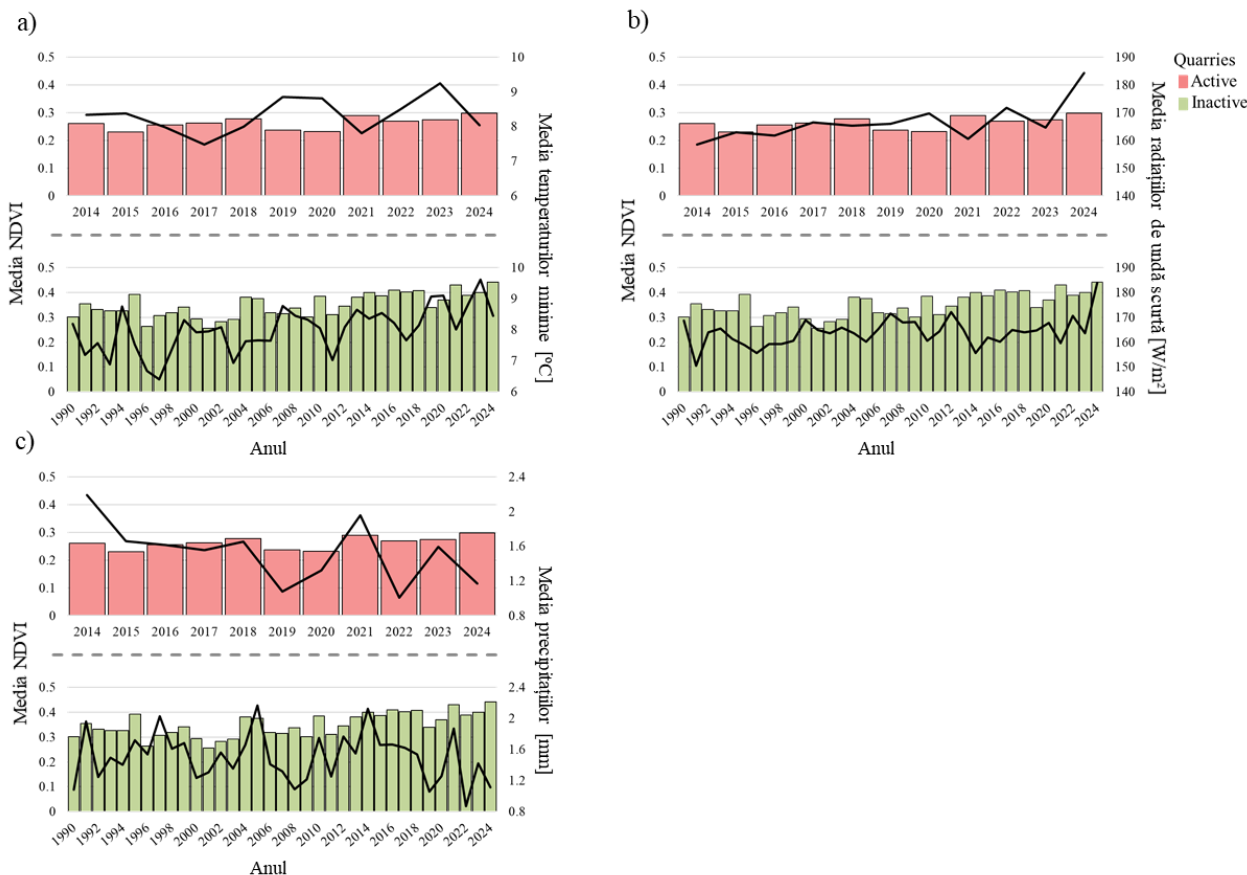
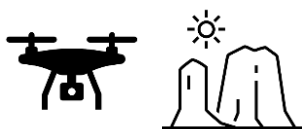
Fig. 5. Diferențele mediei NDVI între cele două tipuri de cariere ce au ca habitat înconjurător habitat forestier (sus) sau habitat deschis mixt (jos) în momentul inițial (A) și momentul actual (B).

Analiza corelațiilor dintre NDVI și factorii climatici nu arată corelații puternice. În cazul carierelor active, mediile anuale ale NDVI sunt negativ slab corelate cu mediile anuale ale temperaturile minime și pozitiv slab corelate cu mediile anuale ale DSR. În cazul carierelor inactive, mediile anuale ale NDVI sunt negativ slab corelate cu mediile anuale ale DSR și pozitiv slab corelate cu mediile anuale ale cantității de precipitații (Tabelul 4, Fig. 6).

Tabelul 4. Corelația distanței Székely-Rizzo-Bakirov între indicele NDVI și parametri climatici. *= corelație slabă.

Fig. 6. anuală	Corelație NDVI/cariere	Temp. min. (°C)	Temp. medie (°C)	Temp. max. (°C)	DSR (W/m ²)	ppt (mm)	Media a
	Active	-0.378*	-0.082	0.142	0.355*	0.114	
	Inactive	-0.118	-0.16	-0.154	-0.292*	0.237*	

indicele NDVI și a) media anuală a temperaturilor minime; b) mediile anuale ale radiațiilor de undă scurtă;



(DSR) și c) media anuală a cantității de precipitații de-a lungul timpului în carierele incluse în studiu.

Obiectiv 2:

O parte din rezultatele acestei activități au fost prezentate la **The International Congress of Zoology** organizat de Muzeul de Istorie Naturala Grigore Antipa: **Topliceanu, S., Fănar, G., Vizireanu, M., Telea, A., (2024). BirdNET Analyzer - A tool for monitoring natural recolonization of bird species in inactive quarries. ZoologyCon, November 6th - 9th, Bucharest**

Au fost instalate camerele de supraveghere ale faunei și dispozitivele de înregistrare audio (Audiomoth) în lunile septembrie și octombrie ale anului 2024. Camerele de supraveghere au înregistrat un total de 24696 fișiere care au fost analizate automat cu aplicația DeepFaune pentru a detecta automat speciile observate pe baza algoritmilor de machine learning. Am observat rezultate bune ale aplicației, rata de detecție fiind de 100% în cazul mamiferelor mari. În schimb, aplicația nu a putut detecta speciile de fauna de mici dimensiuni. Cel mai probabil acest lucru s-a datorat și condițiilor meteo ce au sporit umiditatea atmosferică și au afectat calitatea fotografiilor (Fig. 7).

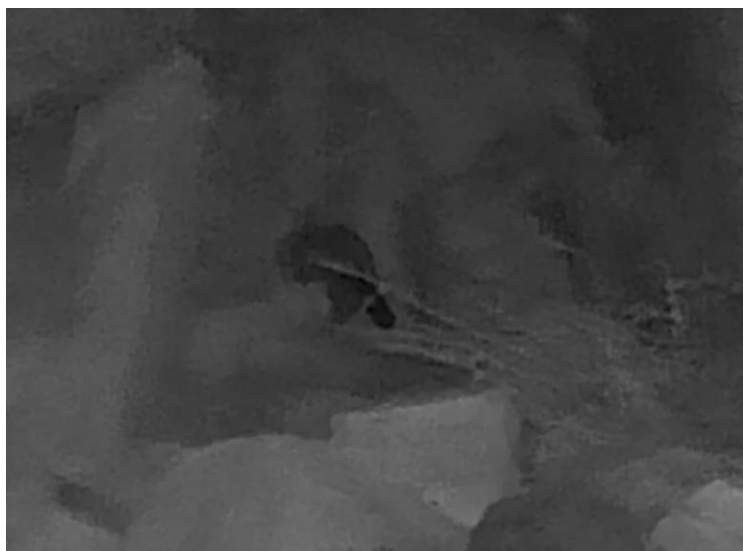
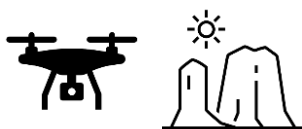


Fig. 7. Foto camera trap septembrie 2024, cariera Baba Rada. Mamifer mic, probabil pârș

În cazul dispozitivelor de înregistrare acustică (Audiomoth), acesta a înregistrat timp de 1 minut, cu o pauză de 5 minute, pe parcursul unei săptămâni. Metoda a fost utilizată în paralel cu metoda transectului pentru a observa dacă sunt diferențe semnificative între detectabilitatea celor 2 metode. Mai mult, s-a estimat și numărul de specii folosind indicele Jackknife.

Rezultatele au arătat o diferență semnificativă între numărul de specii observate prin cele 2 metode analizate, acestea au detectat un număr de 22 specii de păsări în cele 2 luni de monitorizare prin metoda transectului și 58 specii de păsări înregistrate cu dispozitivele acustice. De asemenea, curba de acumulare prin care s-a estimat bogăția specifică a estimat un număr mai mare de păsări care poate fi detectat prin Audiomoth decât prin transecte. În schimb, în momentul analizei sunetelor, au fost identificate 13 rezultate fals pozitive (aplicația a identificat altă specie) în timp ce metoda transectelor a prezentat doar 1 rezultat fals pozitiv (Fig. 8.).

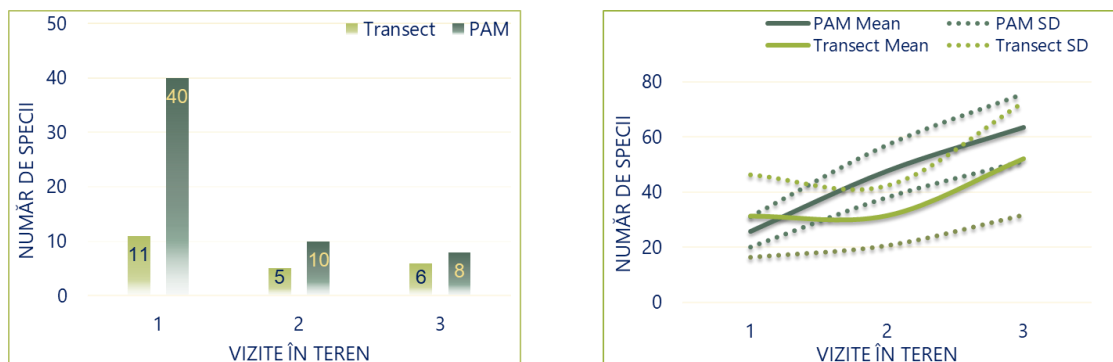
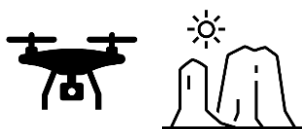


Fig. 8. Estimarea diversității speciilor și evaluarea la scară temporală a bogăției specifice din cariere

Recomandări: În cazul monitorizării cu ajutorul camerelor de supraveghere ale faunei, se recomandă ca fișierele să fie analizate automat de către aplicația DeepFaune în primă fază iar cadrele cu specii identificate să fie extrase. Ulterior, fișiere filtrate vor fi analizate de către un specialist. Aplicația Deep



Faune este o aplicație open-source iar algoritmi de identificare automată sunt îmbunătățiți constant. Astfel, se recomandă ca aplicația să fie utilizată cu precauție, fiind necesară și o verificare manuală a fișierelor. Metoda automată de înregistrare prin Audiomoth necesită o verificare doar a fișierelor audio în momentul în care sunt observate rezultate fals pozitive (de exemplu o specie nu are distribuția în acel areal sau o specie de răpitor nocturn este identificată în timpul zilei).

Obiectiv 3:

Pentru analiza observațiilor de faună și floră din exploatarea minieră de suprafață am folosit datele deja existente în baze de date online cu profil de colectare a datelor prin citizen science (GBIF, 2024; OHM, 2024; OBM, 2024; iNaturalist, 2024). Datele au fost selectate doar pentru zonele carierelor Baba Rada și Urluia, creând un overlay al carierei + buffer de 1 km în jurul acestora.

În cazul Carierei Baba Rada, carieră pe traseu turistic și în apropierea localității Greci, din 2002 până în 2023 au fost colectate prin citizen science 177 observații despre 72 specii din clasa Aves și 25 observații despre 10 specii din clasa Mammalia. În cazul carierei Urluia, carieră izolată, mai degrabă frecventată de ciobani cu turmele lor, și doar accidental de naturaliști și pasionați de observații naturalistice, există doar câte o observație asupra prezenței a 6 specii din clasa Mammalia, din 2013 și 2014.

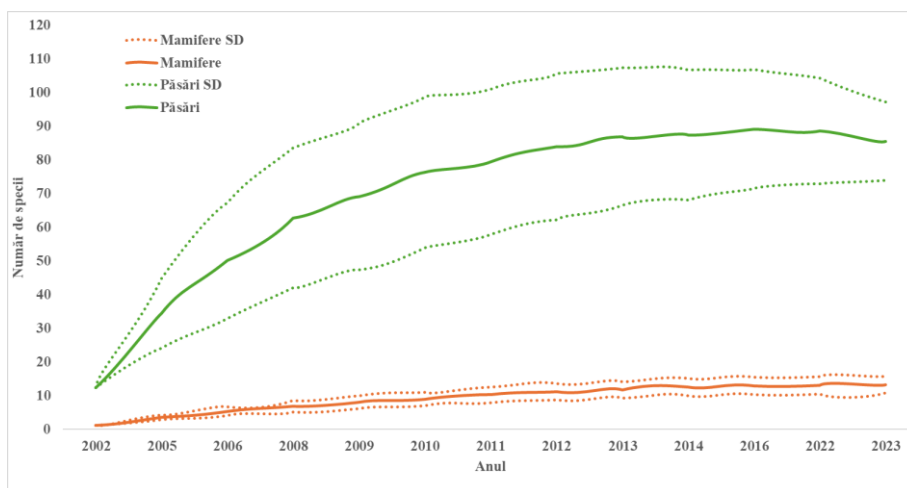


Fig. 9. Bogăția specifică rezultată în urma analizei observațiilor faunistice obținute cu ajutorul citizen science

Concluzii și activități viitoare

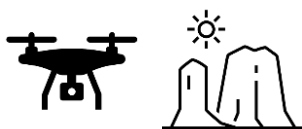
Activitatea 1

● *Prezentare rezultate parțiale în cadrul conferinței Zoologycon, 2024, București*

● 21 zile de înregistrare acustică și foto-video

● ~25000 cadre din camera trap

▶▶ montat dispozitive înregistrare acustică și foto-video și în ianuarie-iunie 2025



▶▶ analiză manuală a tuturor cadrelor foto

Activitatea 2

🔴 *Articol trimis spre publicare*

- Cartarea habitatelor folosind drona
- Digitalizarea hărților în format 3D
- Analiză NDVI pentru monitorizarea renaturării în cariere
- ▶▶ Generare NDVI pentru mai multe cariere din Dobrogea

Activitatea 3

- Analiză și descărcare baze de date online bazate pe observații faunistice citizen science
- ▶▶ Analize in extenso a datelor obținute prin citizen science pentru valorificarea lor

Bibliografie

1. Climate Engine. (2024). Desert Research Institute and University of California, Merced. Accessed on June 29th, 2024. <http://climateengine.org>, version 2.1.
2. Damian, J. M., Pias, O. H. D. C., Cherubin, M. R., Fonseca, A. Z. D., Fornari, E. Z., & Santi, A. L. (2019). Applying the NDVI from satellite images in delimiting management zones for annual crops. *Scientia Agricola*, 77, e20180055.
3. Gandhi, G. M., Parthiban, S., Thummalu, N., & Christy, A. (2015). Ndpi: Vegetation change detection using remote sensing and gis—A case study of Vellore District. *Procedia computer science*, 57, 1199-1210.
4. Mehmood, K., Anees, S. A., Muhammad, S., Hussain, K., Shahzad, F., Liu, Q., Ansari, M. J., Alharbi, S. A., & Khan, W. R. (2024). Analyzing vegetation health dynamics across seasons and regions through NDVI and climatic variables. *Scientific Reports*, 14(1), 11775.
5. Rigoudy et al. 2022. The DeepFaune initiative: a collaborative effort towards the automatic identification of the French fauna in camera-trap images. *bioRxiv* <https://doi.org/10.1101/2022.03.15.484324>
6. GBIF (2024). GBIF Occurrence Download. <https://doi.org/10.15468/dl.tuqzeb>. <http://www.gbif.org> (ultima accesare septembrie 2024)
7. OHM (2024) – OpenHerpMaps: Bază de date online de distribuție și abundență a amfibienilor și reptilelor din România, inițiată de Asociația Grupul Milvus, Târgu Mureș, România. <http://www.openherpmaps.ro> (ultima accesare septembrie 2024)
8. OBM (2024) - OpenBirdMaps: Bază de date online de distribuție și abundență a păsărilor din România, inițiată de Asociația Grupul Milvus, Târgu Mureș, România. <http://www.milvus.ro/openbirdmaps/> (ultima accesare august 2024)
9. iNaturalist (2024) - iNaturalist community. Observații din Dobrogea, Romania, perioada 2000-2024. <https://www.inaturalist.org> (ultima accesare septembrie 2024)