

# PLANIFICAREA SPAȚIALĂ A ACTIVITĂȚILOR DE MANAGEMENT A SPECIILOR ALOGENE DIN ROMÂNIA

PN-III-P1-1.1-PD-2021-0378

**Raport științific și tehnic final**

Perioada 2022 -2024

**Echipa de lucru:**

Director proiect: ASC dr. Viorica Iuliana Miu

Mentor: Prof. univ. dr. Laurențiu Rozyłowicz

## Cuprins

<b>REZUMATUL PROIECTULUI .....</b>	<b>3</b>
<b>CONTEXT.....</b>	<b>4</b>
<b>OBIECTIVELE STUDIULUI .....</b>	<b>7</b>
<b>O1. Evaluarea modelelor spațiale ale invaziilor speciilor de plante alogene pe baza datelor limitate de prezență și a condițiilor de mediu.....</b>	<b>7</b>
<i>Activitatea 1.1 Evaluarea literaturii privind modelele de distribuție a speciilor (SDM) și a prioritizării spațiale a conservării (SPC) și analiza înregistrărilor prezente și a datelor de mediu .....</i>	<i>7</i>
<i>Activitatea 1.2 Cartarea datelor de distribuție a speciilor .....</i>	<i>8</i>
<i>Activitatea 1.3 Crearea modelelor de distribuție a speciilor de plante alogene .....</i>	<i>9</i>
<b>O2. Evaluarea și anticiparea focarele de invazie prin includerea scenariilor Grupului Interguvernamental pentru Schimbări Climatice (IPCC) în modelele de distribuție a speciilor alogene.....</b>	<b>11</b>
<i>Activitatea 2.1 Pregătirea modelelor IPCC pentru scenariile viitoare ale distribuției speciilor de plante alogene.....</i>	<i>11</i>
<i>Activitatea 2.2 Analiza prioritizării spațiale a speciilor de plante alogene invazive .....</i>	<i>14</i>
<i>Activitatea 2.3 Evaluarea modelelor de prioritarizare spațială a speciilor de plante alogene invazive ...</i>	<i>15</i>
<b>O3. Dezvoltarea unui cadru model de prioritarizare spațială ușor de utilizat pentru detectarea zonelor cu un risc ridicat de invazie, luând în considerare sensibilitatea ecologică și socială a zonelor invadate și restricțiile impuse de costuri .....</b>	<b>17</b>
<i>Activitatea 3.1 Cadru pentru prioritarizarea spațială a managementului speciilor de plante alogene invazive .....</i>	<i>17</i>
<b>O4. Informarea factoriilor de decizie asupra avantajelor utilizării principiilor de planificare spațială pentru prioritarizarea deciziilor de intervenție.....</b>	<b>18</b>
<b>IMPACTUL CERCETĂRII .....</b>	<b>19</b>
<b>INDICATORI DE REZULTAT .....</b>	<b>20</b>
<b>LIVRABILE ASOCIATE ETAPELOR ȘI ACTIVITĂȚILOR.....</b>	<b>21</b>
<b>REFERINȚE .....</b>	<b>24</b>

## REZUMATUL PROIECTULUI

**Scopul și obiectivele proiectului:** Proiectul INVASI-PLANT își propune dezvoltarea unui cadru de prioritizare spațială pentru detectarea zonelor cu un risc ridicat de invazie, având în vedere sensibilitatea ecologică și socială a zonelor invadate, scenariile de schimbare climatică și restricțiile de costuri de gestionare.

**Metode de cercetare aplicate:** colectarea datelor de distribuție a speciilor de plante alogene s-a realizat printr-o analiză extinsă a literaturii din perioada 1778-2018 și prin colectarea datelor în teren în perioada 2019-2022, analiza modelelor spațiale ale datelor de distribuție și diversitate, utilizare modelelor de distribuție a speciilor (ensemble modeling - BIOMOD 2), utilizare instrumentul spațial pentru suport decizional ZONATION pentru identificarea zonelor cu grad ridicat de invazivitate.

### Rezultatele principale ale proiectului

#### O1. Evaluarea modelelor spațiale ale invaziilor speciilor de plante alogene

- A fost realizată o bază de date cu 42776 înregistrări de apariție pentru 102 taxoni de specii de plante alogene invazive și potențial invazive.
- În zona centrală, de est și sud-est a țării și zona capitalei este prezent un număr ridicat de specii de plante alogene.
- Originea geografică a majorității speciilor de plante alogene este în America de Nord și Centrală (56,1% din specii), iar majoritatea speciilor au fost introduse intenționat în scopuri horticole sau ornamentale.

#### O2. Evaluarea și anticiparea focarelor de invazie prin includerea scenariilor IPCC în modelele de distribuție a speciilor alogene

- A fost realizată o bază de date cu 98323 înregistrări de apariție pentru 396 taxoni de specii de plante alogene.
- Speciile *Ailanthus altissima*, *Ambrosia artemisiifolia* și *Elodea nuttallii* sunt influențate de temperaturile medii anuale, iar speciile *Asclepias syriaca* și *Ailanthus altissima* sunt influențate de precipitațiilor anuale, iar pentru *Impatiens glandulifera* ce mai importantă variabilă a fost sezonabilitatea precipitațiilor.
- Scenariile de emisii și dispersie, duc la o creștere a suprafeței ocupată de speciile de plante alogene. În timp ce majoritatea proiecțiilor indică o creștere a distribuției acestora, există și câteva proiecții care evidențiază o scădere bruscă a distribuției. Modelarea distribuției speciilor de plante alogene arată că aceste specii au zone de habitat potențial mari, cu cea mai mare suprafață pentru *Elodea nuttallii*, urmată de *Ambrosia artemisiifolia*.

#### O3. Dezvoltarea unui cadru model de prioritizare spațială ușor de utilizat pentru detectarea zonelor cu un risc ridicat de invazie

- Pentru scenariul curent, s-a constatat că zonele cu grad ridicat de invazivitate se află în partea centrală a țării, având o extindere ridicată în depresiunea Transilvaniei, partea de vest (Timișoara, Arad), în partea de est, Dobrogea cu Delta Dunării, județele Galați și Brăila.
- Pentru orizontul de timp 2041-2060, scenariul SSP126, analiza a indicat un grad ridicat de invazivitate în Carpații Orientali, precum și o stagnare în zona Dobrogei, datorită climatului uscat și cald prielnic dezvoltării speciei *Ambrosia artemisiifolia*, și în Delta Dunării datorită climatului cald și umed, propice pentru dezvoltarea speciei *Elodea nuttallii* (specie acvatică).
- Pentru orizontul de timp 2041-2060, scenariul SSP585, analiza a indicat mai multe hotspoturi în zona Transilvaniei, precum și extinderea zonei din sudul Olteniei către sud-vest, către județul Mehedinți, datorită climatului cald și umed cu influențe submediteraneene ce favorizează prezența plantelor alogene.

#### O4. Informarea factoriilor de decizie asupra avantajelor utilizării principiilor de planificare spațială pentru prioritizarea deciziilor de intervenție.

- Realizarea unui manual online pentru identificarea zonelor cu grad ridicat de invazivitate.

**Impactul cercetării:** Proiectul este prima cercetare ce se axează pe identificarea zonelor cu grad ridicat de invazivitate din România. Activitățile de cercetare și diseminare a rezultatelor au dus la creșterea vizibilității directorului de proiect. În ceea ce privește situația actuală a speciilor străine invazive (IAS) la nivelul UE și național, tema proiectului este de mare relevanță, deoarece propune un cadru dinamic, flexibil și adaptabil pentru prioritizarea spațială a speciilor străine invazive, cu accent pe managementul speciilor de plante străine pentru a reduce expansiunea și impactul dăunător asociat acestora.

## CONTEXT

*Speciile alogene* sunt taxoni introduși accidental sau intenționat într-un mediu natural în care nu sunt găsite în mod normal (Pyšek et al., 2020). În prezent, invaziile biologice sunt unul dintre principalii factori care determină pierderile de specii induse de om în epoca modernă (Bellard et al., 2016), iar scenariile privind schimbarea biodiversității indică faptul că acestea vor fi printre primele cinci amenințări la adresa biodiversității până în anul 2100 (Hulme, 2015). Invaziile biologice atrag tot mai mult atenția cercetătorilor și a factorilor de decizie politici din cauza impactului lor ecologic și impactului lor social (Figura 1). Managementul speciilor alogene necesită instrumente politice transnaționale puternice și o aplicare eficientă din partea statelor. Unul dintre cele mai importante instrumente politice, relevante pentru Europa, este **Regulamentul (UE) nr. 1143/2014 al Parlamentului European și al Consiliului din 22 octombrie 2014 privind prevenirea și gestionarea introducerii și răspândirii speciilor străine invazive**. Această normă legală vizează eradicarea, controlul populației sau limitarea unei populații de specii alogene invazive de interes pentru UE. Statele membre ale UE sunt obligate să cartografieze distribuția speciilor alogene invazive de interes pentru UE pe teritoriul lor, să elaboreze și să pună în aplicare planuri de acțiune privind căile de introducere, să pună în aplicare un sistem de detectare precoce și eradicare rapidă și să implementeze măsuri de management.

Impacturile invaziilor biologice au devenit un punct central de interes pentru cercetători în ultimele decenii, conducând la o acumulare rapidă de dovezi privind pierderile economice asociate invaziilor. Într-un articol de sinteză, Diagne et al., (2021) cuantifică costurile economice globale ale invaziilor biologice. Ei demonstrează că costurile globale asociate speciilor străine invazive sunt masive, cel puțin 1,3 trilioane de dolari SUA între 1970 și 2017, și cresc rapid. Astfel de costuri ridicate subliniază importanța critică a prevenirii și controlului invaziilor biologice.

În prezent, **România implementează un proiect strategic** pentru dezvoltarea uneltelor de implementare a Regulamentului (UE) nr. 1143/2014 în România, având ca obiectiv cartografierea apariției speciilor străine invazive, elaborarea unui plan de acțiune privind căile de propagare ale speciilor străine invazive și implementarea unei campanii de conștientizare.

Cu toate acestea, s-a constatat că **numărul speciilor alogene este ridicat**, iar cartografierea tradițională, a condus la o cartografiere clusterizată datorită "efectului botanistului", care este un fenomen în care diversitatea botanică crește odată cu prezența facilităților de cercetare într-o anumită zonă. Din cauza clusterizării aparițiilor, bogăția speciilor la o scară mai largă poate fi sever afectată și planificarea pentru reducerea impactului speciilor străine asupra biodiversității și societății nu este realistă.

*Plantele sunt printre invadatorii cei mai problematici* datorită abilităților lor de dispersie, iar cartografierea tradițională nu este eficientă în capturarea magnitudinii invaziilor. Succesul speciilor de plante alogene poate fi datorat adaptării lor la diverse condiții de mediu. Speciile de plante alogene pot schimba, de asemenea, disponibilitatea de lumină, aer și adăpost pentru speciile

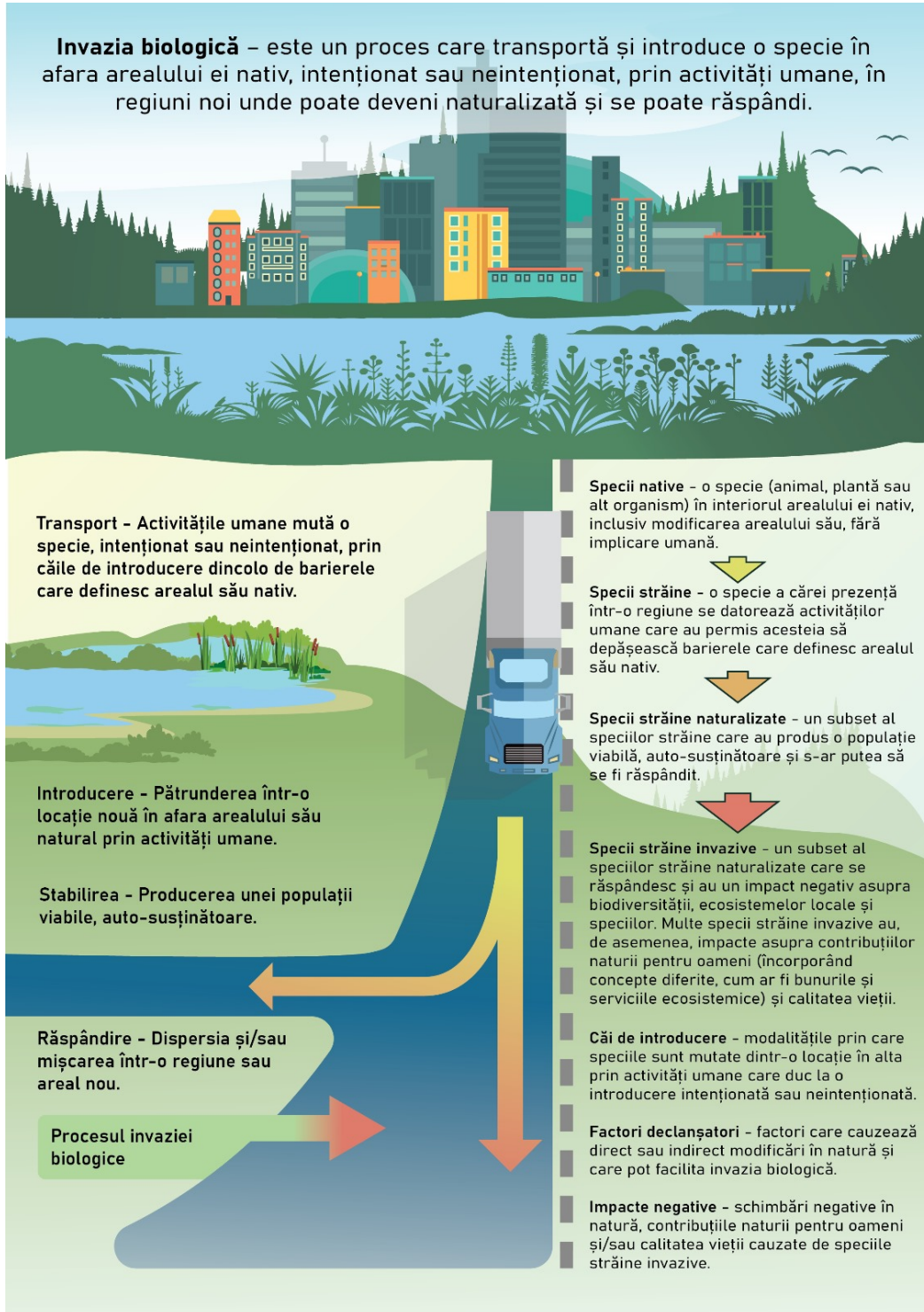


Figura 1 Conceptele cheie din cadrul procesului de invazie biologică (figură adaptată după Summary for Policymakers of the Thematic Assessment Report on Invasive Alien Species and their Control of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. Roy, H. E. et. al. (2023)). IPBES secretariat, Bonn, Germany.

native. Invațiile biologice ale plantelor afectează și economia și bunăstarea umană. În Europa, costurile asociate cu daunele și controlul speciilor de plante terestre invazive sunt estimate la aproximativ 3,7 miliarde de euro pe an (Kettunen et al., 2009). Cele mai multe costuri sunt suportate de sectorul agricol, deoarece speciile de plante alogene sunt considerate buruieni agricole sau forestiere. Mai mult, speciile care sunt puternic alergice pentru oameni, cum ar fi *Ambrosia artemisiifolia*, duc indirect la costuri ridicate pentru sistemele medicale (Richter et al., 2013).

**România** se numără printre țările europene care *se confruntă cu unul dintre cele mai mari costuri economice* din Europa Centrală din cauza prezenței speciilor străine invazive, cu un cost estimat de aproximativ 1,6 miliarde de dolari SUA (Haubrock et al., 2021).

Pentru a ajuta la implementarea politicilor de biodiversitate la nivel național, **am propus un cadru inovator de prioritizare spațială pentru detectarea zonelor cu un grad ridicat de invazivitate**, luând în considerare și bias-ul în cartografierea diversității speciilor alogene prin modelarea distribuției speciilor în scenariile de schimbare climatică.

*Importanța prioritizării spațiale* în gestionarea invaziilor biologice este recunoscută pe scară largă de către diverse organisme internaționale, cum ar fi Convenția privind Diversitatea Biologică (de exemplu, Ținta Aichi 9), care evidențiază rolul crucial al prioritizării în abordarea eficientă a acestei probleme. Tehnicile de prioritizare spațială ajută factorii de decizie și practicienii în conservare să identifice zonele cele mai susceptibile la invazie sau deja supuse presiunilor invaziei. Aceste tehnici adesea încorporează diferiți factori, cum ar fi probabilitatea de introducere, potențialul de stabilire și răspândire și vulnerabilitatea ecosistemelor sau speciilor la invazii.

Prioritizarea spațială sau modelarea predictivă este recunoscută pe scară largă ca un flux de lucru inestimabil pentru implementarea eficientă a evaluării riscurilor (Ricciardi et al., 2017). Modelele de distribuție a speciilor (SDM-urile) sunt principala unealtă pentru prognozarea riscului de stabilire a unei specii străine într-un mod spațial explicit.

În plus, modelarea nișelor ecologice și răspândirea potențială a speciilor străine invazive joacă un rol crucial în îmbunătățirea evaluării riscurilor, prioritizarea spațială în stadiile incipiente și clasificarea zonelor pentru management. Această abordare ajută la prioritizarea zonelor pentru intervenție pe baza impactului și distribuției prevăzute a speciilor alogene invazive.

În ciuda urgenței gestionării invaziilor biologice, **cunoștințele actuale despre distribuția speciilor alogene în România sunt limitate**. Există mai multe studii regionale sau specifice anumitor specii, dar totuși, lipsește o bază de date cuprinzătoare a distribuției speciilor de plante alogene la nivel național și a unui cadru pentru detectarea zonelor susceptibile la invazie.

Având în vedere lacunele actuale, dezvoltarea unui cadru de prioritizare spațială pentru detectarea zonelor cu un grad ridicat de invazivitate este oportună și va avansa știința planificării într-o zonă în care urgența și constrângerile de cost sunt dominante.

## OBIECTIVELE STUDIULUI

Scopul proiectului este de a dezvolta un cadru de prioritizare spațială pentru detectarea zonelor cu un grad ridicat de invazivitate, luând în considerare sensibilitatea ecologică și socială a zonelor invadate, scenariile de schimbare climatică și restricțiile de cost ale managementului. Rezultatul va fi un cadru flexibil și adaptabil pentru prioritizarea spațială a activităților de gestionare, având ca scop eradicarea sau limitarea speciilor străine invazive, demonstrat pentru managementul speciilor de plante străine în România.

### Obiectivul și stadiul de realizare:

**01.** Evaluarea modelelor spațiale ale invaziilor speciilor de plante alogene pe baza datelor limitate de prezență și a condițiilor de mediu – **realizat 100%**

**02.** Evaluarea și anticiparea focarele de invazie prin includerea scenariilor Grupului Interguvernamental pentru Schimbări Climatice (The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)) în modelele de distribuție a speciilor alogene – **realizat 100%**

**03.** Dezvoltarea unui cadru model de prioritizare spațială ușor de utilizat pentru detectarea zonelor cu un risc ridicat de invazie, luând în considerare sensibilitatea ecologică și socială a zonelor invadate și restricțiile impuse de costuri – **realizat 100%**

**04.** Informarea factorilor de decizie cu privire la avantajele utilizării principiilor de planificare spațială pentru prioritizarea deciziilor de intervenție – **realizat 100%**

### **01. Evaluarea modelelor spațiale ale invaziilor speciilor de plante alogene pe baza datelor limitate de prezență și a condițiilor de mediu**

*Activitatea 1.1 Evaluarea literaturii privind modelele de distribuție a speciilor (SDM) și a prioritizării spațiale a conservării (SPC) și analiza înregistrărilor prezente și a datelor de mediu*

O primă etapă în procesul de selecție a documentelor privind modelele de distribuție a speciilor (SDM) și a prioritizării spațiale a conservării (SPC) a fost investigarea utilizării acestora pentru studiul nostru de caz. Potrivirea modelelor de distribuție a speciilor a fost investigată prin evaluarea diferiților algoritmi statistici și de învățare automată (de exemplu, MAXENT, BIOMOD2) pentru a determina dacă SDM poate fi aplicat în mod rezonabil la speciile de plante alogene. În plus, am investigat modul în care metodologiile SCP actuale pot fi aplicate pentru a identifica zonele cu un grad ridicat de invazivitate, luând în considerare importanța ecologică și socială a zonelor invadate, scenariile privind schimbările climatice și restricțiile de cost. Analiza s-a concentrat pe identificarea datelor necesare, a metodologiilor, modelelor statistice și a instrumentelor de luare a deciziilor (de exemplu, ZONATION, MARXAN) adecvate abordării noastre. Analizele realizate au fost aplicate la nivel local, regional, național sau global. Din analiza

celor 25 de articole științifice, cel mai utilizat model statistic a fost GLM (generalized linear modeling) cu 16 utilizări, urmat de MAXENT (maximum entropy) cu 15 utilizări.

Colectarea datelor s-a realizat prin descărcarea documentelor de pe site-urile de specialitate. În total, am descărcat aproximativ 458 de documente pentru SDM din care doar 25 de articole au vizat speciile alogene invazive și au fost înregistrate în Excel informații despre articol, metodologie, model statistic, variabile, model climatic, scenariu climatic, specie. Pentru SCP am descărcat aproximativ 171 din care doar 7 articole au vizat speciile invazive și au folosit softuri pentru prioritizarea spațială a zonelor cu grad ridicat de invazivitate împreună cu modelele de distribuție a acestor speciilor și a scenariilor climatice și au fost înregistrate în Excel informații despre metodologie, software-ul de prioritizare spațială folosit, model statistic, variabile, model climatic, scenariu climatic.

Investigarea metodologiei SDM și SPC a vizat și analiza variabilelor bioclimatice și de mediu utilizate pentru crearea modelelor de distribuție a speciilor alogene. În urma analizării articolelor științifice am identificat principalele variabile folosite. Cele mai utilizate variabile au fost cele bioclimatice, urmate de topografie și utilizarea terenurilor.

### Activitatea 1.2 Cartarea datelor de distribuție a speciilor

Acuratețea spațială a datelor de distribuție a speciilor de plante alogene este foarte importantă pentru modelarea distribuției speciilor. Am revizuit baza de date existentă la nivel național cu privire la speciile de plante alogene din literatura științifică și din datele recente de teren și am compilat o bază de date pregătită pentru modelarea distribuției speciilor de plante alogene cu **42776 înregistrări de apariție pentru 102 taxoni invazivi și potențial invazivi**.

Căile de introducere au fost standardizate pe baza principalelor categorii descrise în Convenția privind diversitatea biologică (CBD 2014): *release in nature, escape from confinement, transport-contaminant, transport-stowaway, corridor, and unaided*. În cele din urmă, am folosit o *chord diagram* (Turbelin et al., 2017) pentru a vizualiza căile de introducere și originea geografică a speciilor de plante alogene incluse în baza de date.

Înregistrările valide ale speciilor de plante alogene au fost agregate la o rezoluție spațială UTM (EPSG 9807) de 25 km<sup>2</sup> (UTM 5 × 5 km). Modelele spațiale ale înregistrărilor speciilor de plante alogene au fost analizate utilizând autocorelarea spațială a înregistrărilor speciilor per celulă de grilă de 5 × 5 km la nivel național. Bogăția speciilor de plante alogene a fost cartografiată la o rezoluție spațială de 50 × 50 km UTM. Speciile de plante alogene documentate acoperă 41 de familii, cele mai multe specii aparținând familiilor Asteraceae (23%), urmate de familiile Amaranthaceae (12%), Poaceae (6%) și Fabaceae (5% din specii).

Rezultatele analizei statistice au dezvăluit **trei puncte fierbinți ale speciilor alogene înregistrate**, în orașul Iași și zona înconjurătoare, urmat de București și Sibiu. Am observat o grupare puternică de înregistrări în orașe și împrejurimi (de exemplu, Iași, Sibiu, București, Cluj-Napoca, Zalău, Constanța și Galați). Partea centrală, de est și sud-est a țării și zona capitalei

prezintă un grad ridicat al numărului de specii de plante alogene. familii, cele mai multe specii aparținând familiilor Asteraceae (23%), urmate de familiile Amaranthaceae (12%), Poaceae (6%) și Fabaceae (5% din specii).

Rezultatele analizei statistice au dezvăluit **trei puncte fierbinți ale speciilor alogene înregistrate**, în orașul Iași și zona înconjurătoare, urmat de București și Sibiu. Am observat o grupare puternică de înregistrări în orașe și împrejurimi (de exemplu, Iași, Sibiu, București, Cluj-Napoca, Zalău, Constanța și Galați). Partea centrală, de est și sud-est a țării și zona capitalei prezintă un grad ridicat al numărului de specii de plante alogene.

Datele arată că originea geografică a majorității speciilor introduse în România este în **America de Nord și Centrală** (56,1% din specii), urmată de Asia și Pacific (17,3% din specii) (Figura 3). Majoritatea speciilor (24,9% din speciile înregistrate) au fost **introduse intenționat în scopuri horticole sau ornamentale (ES\_hort)**. Din cele 102 specii înregistrate, 32 de specii au intrat în România prin natural dispersal across borders (UN\_natu), după ce au fost introduse în Europa prin diverse alte căi, în principal din America de Nord și Centrală. Alte căi importante de introducere sunt transportation as stowaway (TR\_mult) și seed contaminant (TR\_seed), cu 12,1% și, respectiv, 10,4% din specii fiind introduse prin aceste căi (Figura 2).

Setul de date a stat la bază realizării **Articol 1** publicat în NeoBiota, precum și publicarea **bazei de date 3** în GBIF (vezi Tabel 2, secțiunea Indicatori de rezultat).

### Activitatea 1.3 Crearea modelelor de distribuție a speciilor de plante alogene

Modelele de distribuție potențială, cunoscute și ca modele de nișă ecologică (prescurtat SDM din engleză – *species distribution models*) reprezintă un set de abordări empirice în care datele fiziologice sau datele de distribuție sunt relaționate cu predictorii, reprezentați în mod uzual de variabile de mediu. Scopul modelării este de a identifica factorii care limitează și definesc nișa unui taxon, având astfel posibilitatea de a extrapola distribuția și habitatele favorabile pentru specia sau speciile analizate (Zurell et al., 2020).

Un avantaj important al modelelor de nișă este că acestea pot fi folosite pentru a face predicții în alte scenarii spațiale sau temporale, cu aplicații foarte importante în conservare sau management (Franklin, 2010). În studiul biologiei invaziilor, modelele de nișă sunt folosite pe scară largă pentru a evalua riscul de invazie (Bosso et al., 2017) și pentru a optimiza strategiile de control. Prezumția centrală care permite aplicarea modelării pentru a evalua invazivitatea unei

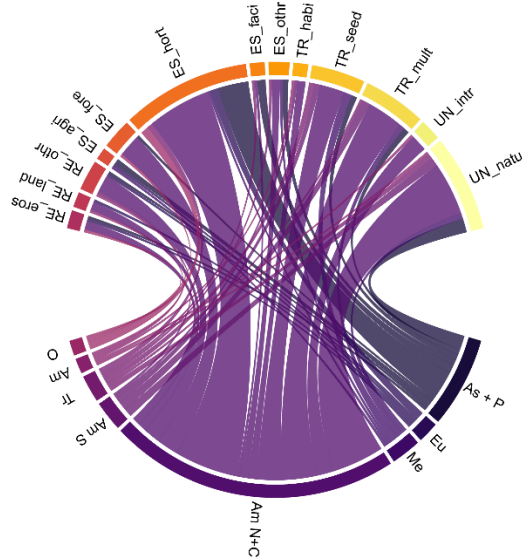


Figura 2 Căile de introducere și originea geografică a speciilor de plante alogene

specii este faptul că nișa ecologică a unei specii se schimbă foarte lent în timp și spațiu, fenomen cunoscut sub numele de conservare a nișei ecologice – speciile ocupă condiții de mediu similare în areale geografice noi sau în alte perioade temporale (Liu et al., 2020).

Toate variabilele au fost prelucrate pentru a avea același sistem de coordonate de referință (WGS84) și rezoluție spațială (30' de arc, ~1 km la ecuator). Pentru testarea modelării distribuției speciilor de plante alogene a fost folosit următorul algoritm: *MaxEnt* (entropie maximă). A fost modelată distribuția speciilor de plante alogene prin combinarea datelor de prezență disponibile cu datele climatice actuale în cadrul platformei BIOMOD2 (Barbet-Massin and Jetz, 2014; Thuiller et al., 2009a) în pachetul R (R Development Core Team, 2020).

Baza de date existentă, a fost actualizată incluzând date suplimentare de prezență a speciilor de plante alogene, cum ar fi rapoarte tehnice și interne de la agențiile naționale de mediu sau alte documente și date disponibile public. La baza de date actuală, ce include 42776 înregistrări de apariție pentru 102 taxoni (date din literatură 1778-2018) **au fost adăugate 98323 de noi înregistrări pentru 396 taxoni** (perioada 2019-2022). **În prezent, din cele 41 de specii de plante de interes pentru UE, patru sunt deja stabilite și răspândite în România: *Ailanthus altissima*, *Asclepias syriaca*, *Elodea nuttallii* și *Impatiens glandulifera*.** Prezența lui *Humulus scandens* a fost, de asemenea, confirmată în mai multe regiuni (de exemplu, în sud și sud-vest, în părțile centrale și nord-vestice ale țării). *Heracleum sosnowskyi* și *Ludwigia peploides* sunt confirmate într-o singură locație pentru fiecare specie. Prezența lui *Cabomba caroliniana* și *Myriophyllum aquaticum* în România nu este confirmată.

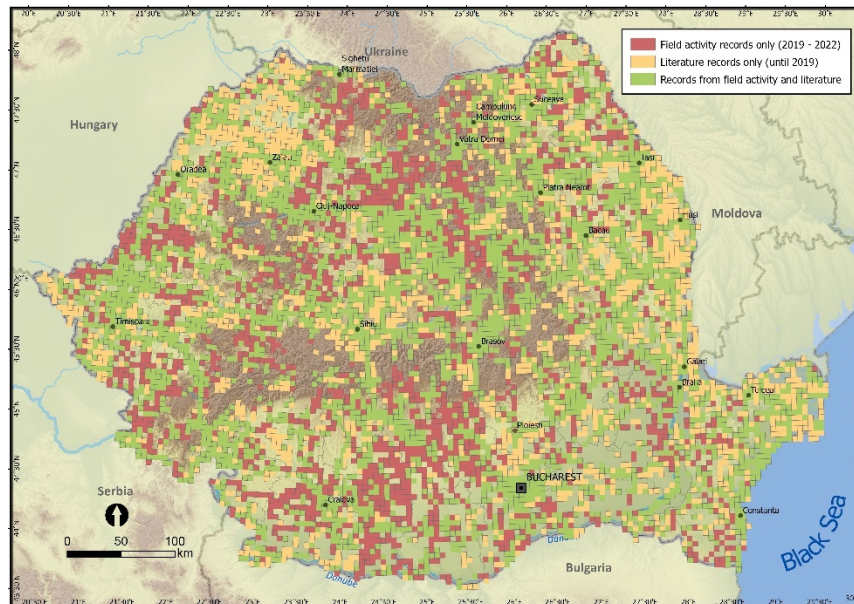


Figura 3 Înregistrările speciilor de plante alogene din România, rezultând din unirea recenziei literaturii (1778-2018) și a datelor de teren (2019-2022) la o rezoluție a grilei UTM de 5 × 5 km.

Dintre cele 396 de specii de plante alogene prezente în România, **șapte specii sunt propuse ca specii de interes pentru România** (*Ambrosia artemisiifolia*, *Ambrosia tenuifolia*, *Ambrosia trifida*, *Cyclachaena xanthiifolia*, *Phytolacca americana*, *Phytolacca acinosa* și *Verbesina encelioides*), conform Articolului 12(1) al Regulamentului 1143/2014 al Uniunii Europene (UE), în care statele membre pot stabili o listă națională de specii străine invazive de interes pentru un stat membru (European Parliament and Council of the European Union, 2014). Trei dintre ele sunt incluse și în Planul Național de Acțiune pentru Abordarea Căilor de Introducere Prioritare (PNAACIP) (*Ambrosia artemisiifolia*, *Ambrosia trifida* și *Phytolacca acinosa*). Acest lucru indică faptul că aceste specii sunt considerate a avea un impact semnificativ și necesită măsuri speciale pentru gestionarea lor.

Setul de date a stat la bază realizării **Articol 2** aflat în evaluare la revista Biodiversity Data Journal, precum și publicarea **bazei de date 4** în GBIF (vezi Tabel 2, secțiunea Indicatori de rezultat).

## **O2. Evaluarea și anticiparea focarele de invazie prin includerea scenariilor Grupului Interguvernamental pentru Schimbări Climatice (IPCC) în modelele de distribuție a speciilor alogene**

*Activitatea 2.1 Pregătirea modelelor IPCC pentru scenariile viitoare ale distribuției speciilor de plante alogene*

**Modelele de distribuție a speciilor (SDM)**, sunt instrumente larg utilizate pentru a evalua riscul de invazie al plantelor alogene și pentru a ajuta la elaborarea politicilor de conservare pentru controlul și eradicarea acestora (Dullinger et al., 2017).

Climatul are un rol major în determinarea distribuției speciilor de plante alogene. SDM-urile calibrate obținute în Activitatea 1.3 vor fi folosite pentru a proiecta zonele climatic potrivite pentru cinci specii de plante alogene în condiții climatice actuale și viitoare. Din lista de 10 specii de interes pentru UE și pentru România, au fost alese doar **5 specii**, pe baza disponibilității punctelor minime de prezență a speciilor pentru modelarea distribuției speciilor: *Eloдея nuttallii*, *Impatiens glandulifera*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Ailanthus altissima*, *Asclepias syriaca*. Înregistrările de apariție au fost reeșantionat la o rezoluție de 10 x 10 km<sup>2</sup>.

Datele de mediu au inclus variabile bioclimatice și topografice. Datele bioclimatice au fost obținute din baza de date WorldClim (<http://www.worldclim.org>) și descărcate pentru orizonturile de timp 2021-2040; 2041-2060; 2061-2080 la o rezoluție de 30 de secunde de arc (~1 km<sup>2</sup>) pe care le-am reeșantionat la o rezoluție de 10 x 10 km<sup>2</sup>. Variabilele pe care le-am folosit pentru SDM sunt *Temperatură medie anuală (BIO1)*, *Izotermalitate (BIO3)*, *Precipitații anuale (BIO12)*, *Sezonalitatea precipitațiilor (BIO15)*, *Pantă*.

Au fost utilizate scenariile climatice viitoare recente bazate pe Căile Socioeconomice Comune (SSP) pentru modelare ([www.ipcc-data.org/](http://www.ipcc-data.org/)). SSP-urile sunt clasificate în trei scenarii. SSP1-2.6 reprezintă schimbări climatice mai reduse, SSP2-4.5 este scenariul cu schimbări

climatic intermediare și SSP5–8.5 ar fi scenariul cel mai drastic dacă presupunem că nu sunt luate măsuri pentru a evita efectele climatice. Pentru analiza noastră am ales **SSP1–2.6** și **SSP5–8.5**. Am descărcat datele climatice viitoare pentru un model general de circulație - **HadGEM3-GC31-LL**, din baza de date WorldClim.

Pentru a obține SDM-urile pentru speciile de plante alogene, am utilizat pachetul *BIOMOD2 R* pentru modelare, care constă în rularea simultană a unui grup de algoritmi (Thuiller et al., 2009b). Pentru fiecare specie de plantă alogenă, am utilizat un SDM bazat pe patru tehnici de modelare. Aceasta include un model de regresie: *GLM* - model liniar generalizat și două metode de învățare automată *RF* - Random forests și *GBM* - gradient boosting machine; și *MAXENT* - Entropia maximă. Utilizarea a 4 algoritmi permite o abordare cuprinzătoare care poate surprinde diferite aspecte și o abordare robustă pentru prezicerea distribuțiilor speciilor, fiecare model oferind puncte forte și ipoteze unice (Figura 4).

Modelele au fost calibrate folosind 80% eșantioane aleatorii din datele de apariție, în timp ce performanța modelului a fost evaluată folosind restul de 20%. Am evaluat rezultatele SDM-urilor folosind (AUC), (ROC) și (TSS). Proiecțiile obținute ne vor permite să delimităm zonele fierbinți ale bogăției speciilor de plante alogene în viitor pentru o planificare robustă a zonelor prioritare pentru intervenții.

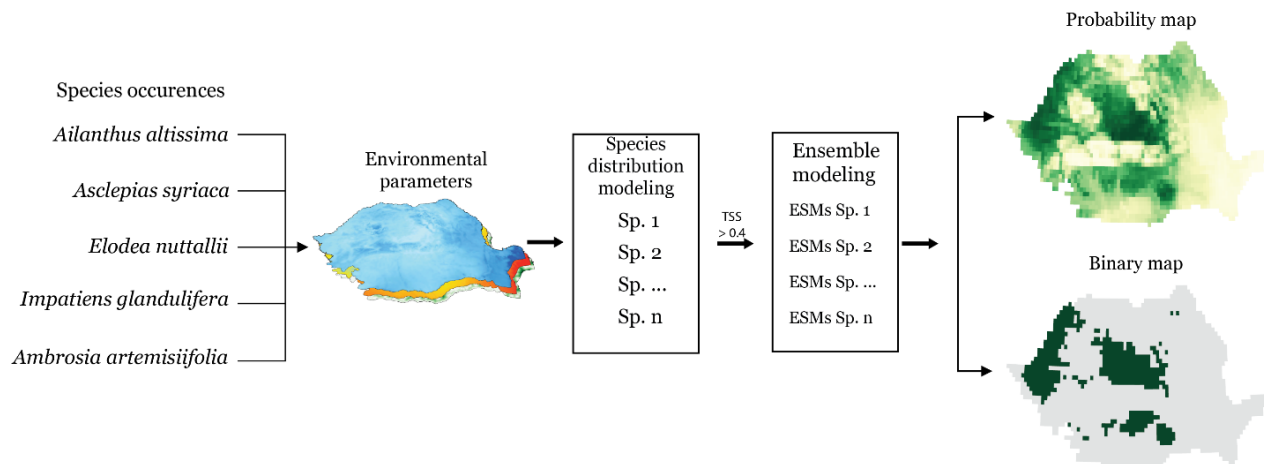


Figura 4 Principalele etape necesare pentru construirea și validarea modelului de distribuție a speciilor de plante alogene

După rularea modelelor au fost identificate valorile AUC și TSS, cu cele mai bune valori AUC de 0,82 și o valoare TSS de 0,96 pentru specia *Elodea nuttallii*, urmată de *Impatiens glandulifera* cu un AUC de 0,90 și TSS de 0,65. Cel mai puțin performant model a fost pentru *Ambrosia artemisiifolia*, cu valori de 0,80 AUC și 0,47 TSS. Cea mai performantă metodă statistică individuală este RF, cu o valoare mediană AUC de 0,89 și TSS de 0,99 pentru specia

*Elodea nuttallii*, în timp ce cel mai puțin performant model statistic este reprezentat de GLM pentru *Ambrosia artemisiifolia*, cu o valoare mediană AUC de 0,66 și un TSS de 0,45.

Când AUC, TSS și Kappa au fost considerate împreună, *RF* a arătat în mod constant cea mai mare performanță predictivă. Luate împreună, datele indică faptul că *RF* este cel mai bun model pentru studierea distribuției potențiale a celor 5 specii de plante alogene.

Contribuția variabilelor de mediu la precizarea distribuțiilor speciilor de plante alogene variază în funcție de specii și tehnici de modelare. Speciile *Ailanthus altissima*, *Ambrosia artemisiifolia* și *Elodea nuttallii* sunt influențate de temperaturile medii anuale, iar speciile *Asclepias syriaca* și *Ailanthus altissima* sunt influențate de precipitațiilor anuale, iar pentru *Impatiens glandulifera* ce mai importantă variabilă a fost sezonalitatea precipitațiilor.

Pentru unele dintre speciile de plante alogene schimbările climatice, în scenariile de emisii și dispersie, duc la o creștere a suprafeței ocupată de acestea. În timp ce majoritatea proiecțiilor indică o creștere a distribuției acestora, există și câteva proiecții care evidențiază o scădere bruscă a distribuției. Modelarea distribuției speciilor de plante alogene arată că aceste specii au zone de habitat potențial mari, cu cea mai mare suprafață potrivită pentru *Elodea nuttallii*, urmată de *Ambrosia artemisiifolia* (Figura 5).

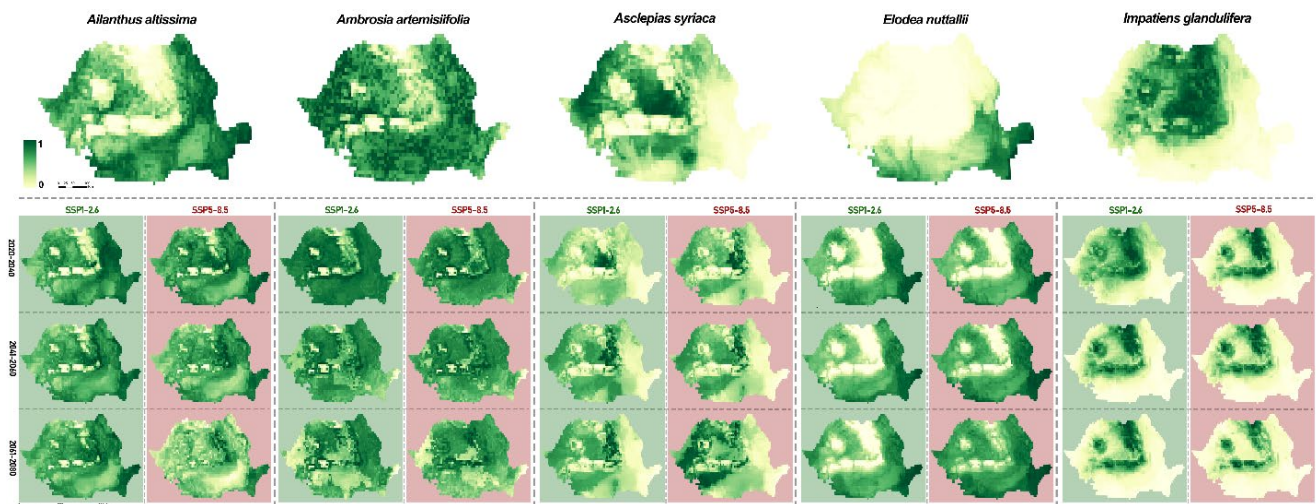


Figura 5 Modele de distribuție spațială pentru speciile de plante alogene invazive, pentru curent (*sus*) și pentru orizonturile de timp 2021-2040, 2041-2060, 2061-2080, pentru două Căi Socio-Economice Comune - SSP1-2.6 și SSP5-8.5 (denumite în continuare scenariul cel mai favorabil SSP1-2.6 și scenariul cel mai nefavorabil SSP5-8.5)

Proiecția care arată cea mai mică reducere a distribuției este reprezentată de HadGEM3-GC31-LL în cadrul scenariului SSP585 pentru intervalul de timp 2061-2080, pentru specia *Elodea nuttallii*. Proiecția care arată cea mai mare reducere a distribuției este reprezentată de HadGEM3-

GC31-LL în cadrul scenariului SSP585 pentru intervalul de timp 2061-2080, pentru speciile *Asclepias syriaca* și *Impatiens glandulifera*. Specia a cărei distribuție are o creștere continuă pentru toate cele 3 orizonturi de timp și ambele scenarii SSP126 și SSP585, este *Elodea nuttallii*.

În toate proiecțiile HadGEM3-GC31-LL, în ambele scenarii de emisii, se prevede că două speciile, *Elodea nuttallii* și *Ambrosia artemisiifolia* vor câștiga 50% din distribuție, iar speciile *Ailanthus altissima* și *Asclepias syriaca* vor pierde peste 70% din distribuție, iar unele pot suferi pierderi între 90% și 100%, așa cum este cazul speciei *Impatiens glandulifera*.

## Activitatea 2.2 Analiza prioritizării spațiale a speciilor de plante alogene invazive

Prioritizarea spațială se referă la procesul de identificare și clasificare sistematică a zonelor în funcție de importanța sau valoarea lor relativă pentru un scop sau obiectiv specific. În ceea ce privește speciile alogene invazive, prioritizarea spațială joacă un rol crucial în gestionarea și atenuarea impactului lor. Tehnicile de prioritizare spațială ajută factorii de decizie și practicienii în conservare să identifice zonele cele mai susceptibile la invazie sau care se confruntă deja cu presiuni ale speciilor invazive. Aceste tehnici integrează adesea diferiți factori, cum ar fi probabilitatea introducerii, potențialul de stabilire și răspândire, și vulnerabilitatea ecosistemelor sau speciilor la invazii (Robinson et al., 2020).

Prin analiza datelor spațiale referitoare la factori precum climatul, tipul de habitat, conectivitatea, rutele comerciale și activitățile umane, prioritizarea spațială poate ajuta la identificarea zonelor în care riscul de invazie este mare sau în care impactul invaziei ar fi iminent. Aceste informații pot ghida alocarea resurselor, cum ar fi eforturile de monitorizare, măsurile de prevenire, sistemele de detecție timpurie și intervențiile de gestionare, pentru a se concentra pe zonele cu prioritate ridicată (Essl et al., 2020).

Abordările de prioritizare spațială pot varia de la evaluări calitative simple la modele cantitative sofisticate, cum ar fi modelele de distribuție a speciilor și tehnici de cartografiere a riscurilor. Aceste metode ajută la prioritizarea zonelor pentru prevenirea, eradicarea și acțiunile de gestionare a speciilor invazive, permițând o abordare mai strategică și eficientă în controlul speciilor invazive și eforturile de conservare (Ricciardi et al., 2017).

Pentru analiza prioritizării spațiale a zonelor cu grad ridicat de invazivitate, au fost utilizate modelele de distribuție spațială pentru fiecare dintre cele 5 specii de plante alogene invazive alese (*Ailanthus altissima*, *Asclepias syriaca*, *Elodea nuttallii*, *Impatiens glandulifera*, *Ambrosia artemisiifolia*). S-a utilizat aceeași rezoluție de 10 x 10 km<sup>2</sup> și proiecție WGS84. Din cele 3 orizonturi de timp a fost ales orizontul de timp 2041-2060, pentru Modelul General de Circulație - HadGEM3-GC31-LL, utilizând două Căi Socio-Economice Comune - SSP1-2.6 și SSP5-8.5 (denumite în continuare scenariul cel mai favorabil SSP1-2.6 și scenariul cel mai nefavorabil SSP5-8.5).

Pentru rularea modelelor de prioritizare spațială a zonelor cu grad ridicat de invazivitate, am utilizat **programul ZONATION**, care este un sistem de suport decizional special construit

pentru rezolvarea diverselor probleme în jurul conservării spațiale a alocării resurselor, și este capabil să analizeze date la scară largă și la o rezoluție mare.

Pentru identificarea acestor zone am utilizat acest program, care produce o clasificare de priorități prin eliminarea iterativă a celulelor grilei cu cea mai mică pierdere marginală totală a valorii de conservare, luând în considerare distribuțiile totale și rămase ale speciilor de plante alogene. Acesta generează o clasificare ierarhică cu distribuție uniformă a peisajului, de la cea mai mare (1) la cea mai mică (0) valoare de conservare (Moilanen et al., 2022).

Pentru analiza noastră, am folosit regula pierderii marginale de tip **Core Area Zonation - CAZ2**, deoarece menține o acoperire medie relativ ridicată fără a compromite semnificativ performanța caracteristicilor cu performanțe mai slabe, făcându-l o abordare mai potrivită pentru atingerea obiectivelor.

Factorii induși de activitatea umană, cum ar fi schimbările antropogenice în utilizarea terenului, urbanizarea și construcția de coridoare de transport, cresc riscul de invazie al plantelor alogene prin promovarea perturbărilor și dispersiei de semințe, creând în același timp noi habitate care permit speciilor invazive să prospere, în timp ce inhibă speciile native. Prin urmare, împreună cu schimbările climatice, alte variabile de mediu, cum ar fi schimbările în utilizarea terenurilor, ar trebui luate în considerare în modelarea distribuției speciilor pentru a identifica mai eficient zonele cu un grad ridicat de invazivitate de către specii de plante alogene.

Metodologia este explicată în detaliu în cadrul **Articol 3**, aflat în evaluare la revista Biodiversity and Conservation (vezi Tabel 2, secțiunea Indicatori de rezultat).

### *Activitatea 2.3 Evaluarea modelelor de prioritizare spațială a speciilor de plante alogene invazive*

Factorii induși de activitatea umană, cum ar fi schimbările antropogenice în utilizarea terenului, urbanizarea și construcția de coridoare de transport, cresc riscul de invazie al plantelor alogene prin promovarea perturbărilor și dispersiei de semințe, creând în același timp noi habitate care permit speciilor invazive să prospere, în timp ce inhibă speciile native. Prin urmare, împreună cu schimbările climatice, alte variabile de mediu, cum ar fi schimbările în utilizarea terenurilor, ar trebui luate în considerare în modelarea distribuției speciilor pentru a identifica mai eficient zonele cu un grad ridicat de invazivitate de către specii de plante alogene.

Datorită efectelor negative ale speciilor invazive de plante, este necesar să se identifice zonele cu grad ridicat de invazivitate. Acest lucru va permite adoptarea unor strategii eficiente din punct de vedere al costurilor pentru control și gestionare, în scopul minimizării amenințărilor cauzate de invazia speciilor de plante în România. Mai mult, este necesară implementarea unor instrumente care pot prognoza schimbări potențiale în distribuția speciilor invazive și să evalueze cu precizie riscurile viitoare de invazie.

Analiza a permis Zonation să prioritizeze toate zonele din România cu grad ridicat de invazivitate. Am considerat ca zone cu grad ridicat de invazivitate toate celulele grilei care se

încadrează în primele 30% din clasificarea priorităților prezise, o proporție care va maximiza reprezentarea speciilor de plante invazive la nivel național.

Pe baza rezultatelor analizei de prioritizare, am constatat că prioritățile de conservare spațială de top pentru speciile de plante alogene (top 30% din peisaj) s-au schimbat de la scenariile actuale la cele viitoare. Hărțile rezultate din analiza de prioritizare, evidențiază zonele cu grad ridicat de invazivitate de către speciile *Ailanthus altissima*, *Asclepias syriaca*, *Elodea nuttallii*, *Impatiens glandulifera*, *Ambrosia artemisiifolia*.

Pentru scenariul curent, s-a constatat că **zonele cu grad ridicat de invazivitate se află în partea centrală a țării**, având o extindere ridicată în depresiunea Transilvaniei, **partea de vest** (Timișoara, Arad), **în partea de est**, Dobrogea cu Delta Dunării, județele Galați și Brăila. În zona de sud a țării a fost identificat un hotspot în București și împrejurimi, precum și în partea de sud a Olteniei.

Pentru orizontul de timp 2041-2060, *scenariul SSP126*, analiza a indicat un **grad ridicat de invazivitate în Carpații Orientali**, precum și o stagnare în zona Dobrogei, probabil datorită climatului uscat și cald, precum și în Delta Dunării datorită climatului cald și umed, propice pentru specia *Elodea nuttallii* (specie acvatică).

Pentru orizontul de timp 2041-2060, *scenariul SSP585*, analiza a indicat mai multe **hotspoturi în zona Transilvaniei**, precum și **extinderea zonei din sudul Olteniei către sud-vest**, către județul Mehedinți, datorită climatului cald și umed cu influențe submediteraneene ce favorizează distribuția plantelor alogene. Zonele cu grad scăzut de invazivitate sunt reprezentate de Câmpia Bărăganului cu un climat uscat și arid, ceea ce nu a favorizat răspândirea speciilor de plante alogene, precum și Podișul Moldovei și partea de nord-vest a țării.

În prezent, cea mai periculoasă specie de plante alogene invazive din România este *Ambrosia artemisiifolia* ce afectează toate habitatele din România, cu excepția pădurilor naturale și a zonelor montane. Cu toate acestea, habitatele preferate de ambrosia comună zonele cu climat mai arid și sol nisipos, fiind una dintre cele mai invazive plante în regiunile de câmpie. Factorii climatici corespund cerințelor speciei, care preferă regiunile cu precipitații medii anuale de peste 592 mm și temperaturi medii mai mici de 15.5°C în luna mai. Faptul că specia găsește condiții adecvate în zonele de câmpie, și de fapt, în întregul bazin carpatic explică abundența sa și dă un semnal de alarmă în ceea ce privește evoluția sa.

**O3. Dezvoltarea unui cadru model de prioritizare spațială ușor de utilizat pentru detectarea zonelor cu un risc ridicat de invazie, luând în considerare sensibilitatea ecologică și socială a zonelor invadate și restricțiile impuse de costuri**

*Activitatea 3.1 Cadru pentru prioritizarea spațială a managementului speciilor de plante alogene invazive*

Importanța prioritizării spațiale în gestionarea invaziilor biologice este recunoscută pe scară largă de către diverse organisme internaționale, cum ar fi Convenția privind Diversitatea Biologică (de exemplu, Ținta Aichi 9), care evidențiază rolul crucial al prioritizării în abordarea eficientă a acestei probleme. Tehnicile de prioritizare spațială ajută factorii de decizie și practicienii în conservare să identifice zonele cele mai susceptibile la invazie sau deja supuse presiunilor invaziei. Aceste tehnici adesea încorporează diferiți factori, cum ar fi probabilitatea de introducere, potențialul de stabilire și răspândire și vulnerabilitatea ecosistemelor sau speciilor la invazii (Robinson et al., 2020).

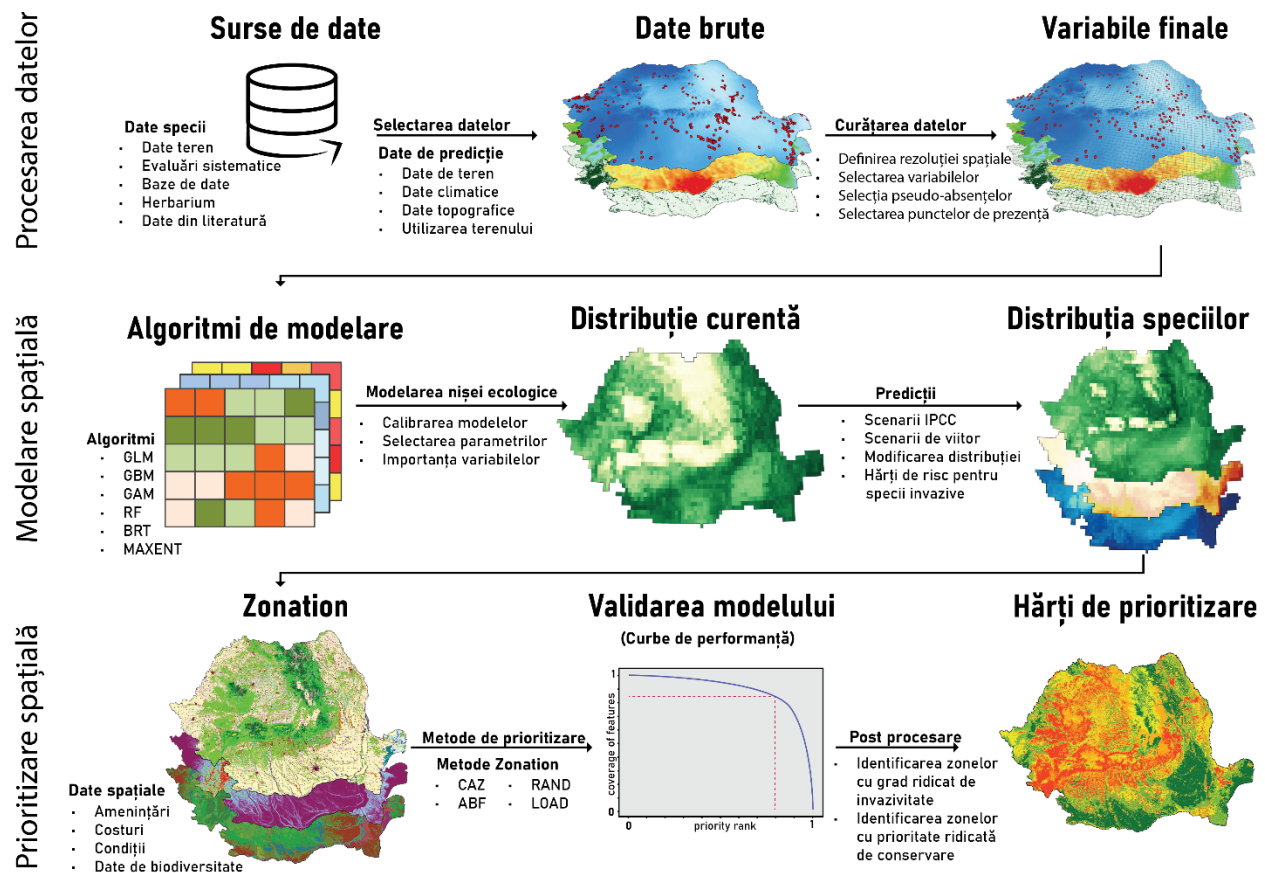


Figura 2 Cadru pentru prioritizarea spațială pentru detectarea zonelor cu un grad ridicat de invazivitate

Prioritizarea spațială sau modelarea predictivă este recunoscută pe scară largă ca un flux de lucru inestimabil pentru implementarea eficientă a evaluării riscurilor (Ricciardi et al., 2017). Modelele de distribuție a speciilor (SDM-urile) sunt principala unealtă pentru prognozarea riscului de stabilire a unei specii străine într-un mod spațial explicit (Guisan and Thuiller, 2005).

În plus, modelarea nișelor ecologice și răspândirea potențială a speciilor străine invazive joacă un rol crucial în îmbunătățirea evaluării riscurilor, prioritizarea spațială în stadiile incipiente și clasificarea zonelor pentru gestionare. Această abordare ajută la prioritizarea zonelor pentru intervenție pe baza impactului și distribuției prevăzute a speciilor străine invazive.

Agențiile guvernamentale și non-guvernamentale de conservare a naturii pot folosi SDM-urile și prioritizarea spațială pentru a ghida gestionarea și luarea deciziilor în ceea ce privește speciile invazive, dar au nevoie de fluxuri de lucru transparente și reproductibile pentru a fi acceptate de părțile interesate și de factorii de decizie politici.

Pentru a aborda aceasta, am dezvoltat un *cadru pentru prioritizarea spațială a managementului speciilor de plante invazive din România*, pentru a putea genera hărți de risc reproductibile pentru speciile invazive în scenariile de schimbare a climei și pentru a prioritiza zonele cu grad ridicat de invazivitate (Figura 6).

Metodologia va fi explicată în detaliu în cadrul **Articol 4** (vezi Tabel 2, secțiunea Indicatori de rezultat).

#### **O4. Informarea factoriilor de decizie asupra avantajelor utilizării principiilor de planificare spațială pentru prioritizarea deciziilor de intervenție**

În cadrul proiectului au fost întreprinse o serie de informări:

- Rezultatele proiectului au fost diseminate prin **publicarea unui articol în revista NeoBiota și submiterea altor 2 articole la reviste de prestigiu;**
- A fost realizată o **evaluarea a focarele de invazie la nivelul României** prin includerea scenariilor Grupului Interguvernamental pentru Schimbări Climatice (The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)) în modelele de distribuție a speciilor alogene;
- Rezultatele au fost prezentate în cadrul a **6 conferințe internaționale și naționale** ce au vizat factorii interesați;
- Au fost **publicate două baze de date** cu distribuția speciilor de plante alogene din România ce au ca scop asistarea factorilor interesați în identificarea focarelor de invazie și luarea deciziilor;
- **Participarea la Workshop** - Sesiune de instruire Regiunea Nord-Vest cu privire la acțiunile specifice privind prevenirea și gestionarea introducerii și răspândirii speciilor alogene invazive din România, în conformitate cu Regulamentul UE 1143/2014, 22-25 Mai 2023, Oradea, Bihor, unde au fost prezentate o parte din rezultatele proiectului;

- A fost dezvoltat un **cadru pentru prioritizarea spațială a managementului speciilor de plante invazive din România** pentru a putea genera hărți de risc reproductibile pentru speciile invazive în scenarii de schimbare a climei și pentru a prioritiza zonele cu grad ridicat de invazivitate;
- Publicarea rezultatelor proiectului, a rapoartelor și a manualului privind cadrul de prioritizare pe site-ul proiectului [https://ccmesi.ro/?page\\_id=2185](https://ccmesi.ro/?page_id=2185)

## IMPACTUL CERCETĂRII

### Impact științific

- Proiectul propus are un impact major în domeniul științific referitor la planificarea sistematică a conservării prin dezvoltarea de modele de prioritizare spațială pentru evaluarea zonelor cu un grad ridicat de invazivitate;
- A îmbunătățit cunoștințele despre modelele de distribuție a speciilor de plante invazive și predicția lor în timp și spațiu;
- A completat și îmbunătățind bazele de date cu speciilor de plante invazive din România.

În ceea ce privește situația actuală a speciilor de plante invazive la nivelul UE și național, subiectul proiectului este de interes major deoarece propune un cadru dinamic, flexibil și adaptiv pentru prioritizarea spațială a speciilor de plante invazive, cu accent pe gestionarea speciilor de plante alogene pentru a reduce extinderea și impactul asociat acestora. Impactul științific principal al proiectului este reprezentat de generarea de cunoștințe de ultimă oră legate de metodele de prioritizare spațială pentru evaluarea gradului de invazivitate al speciilor alogene.

Rezultatele acestui proiect sunt extrem de relevante pentru planificarea spațială a conservării din România, deoarece aceasta reprezintă prima încercare de aplicare a prioritizării spațiale pentru identificarea zonelor cu grad ridicat de invazivitate, ținând cont de sensibilitatea ecologică și socială a zonelor invadate, scenariile de schimbare climatică și restricțiile de cost.

### Impact social și economic

În ceea ce privește impactul social și economic al proiectului, aceste analize pot informa atât alocările eficiente de resurse, cât și planificarea managementului pentru a stopa și preveni răspândirea speciilor de plante alogene invazive în România.

Din punct de vedere social, proiectul contribuie la o mai bună implementare a Regulamentului (UE) nr. 1143/2014 al Parlamentului European și al Consiliului din 22 octombrie 2014 privind prevenirea și gestionarea introducerii și răspândirii speciilor străine invazive și la Planul Strategic pentru Biodiversitate 2021-2030, Obiectivul 15.8 al ODS, pentru a reduce

semnificativ impactul speciilor alogene invazive asupra ecosistemelor terestre și acvatice (CDB, 2019).

### Colaborări cu cercetători de renume

Finalizarea proiectului și atingerea obiectivelor a impus necesitatea colaborării cu cercetători specializați în domeniul biologiei plantelor și modelării distribuției speciilor. În cadrul proiectului am colaborat cu:

- cercetători din cadrul Departamentului de Ecologie, Evoluție și Biologia Mediului, Columbia University, New York, SUA și cercetători din cadrul Facultății de Biologie, Universitatea din București.

### Vizibilitatea directorului de proiect în cadrul comunității științifice

Ca urmare a activităților desfășurate în cadrul proiectului INVASI-PLANT, directorul de proiect a dobândit noi abilități în cercetarea interdisciplinară reprezentând o progresie în cariera profesională și crescându-i vizibilitatea ca om de știință. În plus, participarea directorului de proiect la conferințe a crescut vizibilitatea cercetării românești și a instituției gazdă peste hotare, și a facilitat relațiile cu alte instituții și cercetători.

## INDICATORI DE REZULTAT

**Toate activitățile planificate în cadrul proiectului au fost îndeplinite în proporție de 100%.** Gradul de realizare al rezultatelor este detaliat în tabelele de mai jos.

**Tabel 1. Sinteza activităților proiectului și gradul de realizare al rezultatelor**

Indicatori de rezultat	Planificat	Rezultat	Grad de realizare
<b>Pagină web</b>	DA	<a href="https://ccmesi.ro/?page_id=2185">https://ccmesi.ro/?page_id=2185</a>	100%
<b>Raport științific</b>	3	3	100 %
<b>Articole științifice</b>	2 ISI în reviste cu factor de impact cumulat de minim 4	Un articol publicat: NeoBiota - IF 5.1 Două articole în evaluare: - Biodiversity Data Journal - IF 1.3 - Biodiversity and Conservation – IF 3.4 Un articol în pregătire	100 %
<b>Participare la conferințe</b>	6	6	100 %
<b>Bază de date</b>	3	3	100 %
<b>Workshop</b>	-	1	100 %

<b>Baza de date publicate în GBIF</b>	1	2	100 %
		<a href="https://doi.org/10.15468/gg846v">https://doi.org/10.15468/gg846v</a>	
		<a href="https://doi.org/10.15468/zk9adu">https://doi.org/10.15468/zk9adu</a>	
<b>Manual online (Handbook)</b>	1	1	100 %
<b>Participarea la cursuri de specializare</b>	3	3	100%
<b>Pagina Twitter</b>	DA	<a href="https://twitter.com/RoInvasive">https://twitter.com/RoInvasive</a>	100%

## LIVRABILE ASOCIATE ETAPELOR ȘI ACTIVITĂȚILOR

Tabel 2 Detaliere activități și livrabile asociate

Etapă/Activitate	Modul de diseminare a rezultatelor asociat fiecărei activități
<i>Etapa 1. Evaluarea literaturii SDM și SPC și analiza înregistrărilor prezente și a datelor de mediu</i>	
<b>Activitatea 1.1</b> - Evaluarea literaturii privind modelele de distribuție a speciilor (SDM) și a prioritizării spațiale a conservării (SPC) și analiza înregistrărilor prezente și a datelor de mediu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Baza de date 1:</b> Documentele relevante pentru aplicarea modelelor de distribuție a speciilor</li> <li>• <b>Baza de date 2:</b> Documentele relevante pentru aplicarea prioritizării spațiale a conservării privind speciile invazive</li> </ul>
<b>Activitatea 1.2</b> - Cartarea datelor de distribuție a speciilor	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Conferință 1.</b> Iulia V. Miu, Athanasios A. Gavrillidis, Simona R. Grădinaru, Paulina Anastasiu, Culita Sirbu, Laurentiu Rozylowicz. 2022. <i>Distribution and pathways of introduction of alien plant species in Romania</i>. 6<sup>th</sup> European Congress of Conservation Biology “Biodiversity crisis in a changing world”, 21-26 August 2022, Praga, Cehia</li> <li>• <b>Conferință 2.</b> Iulia V. Miu, Athanasios A. Gavrillidis, Simona R. Grădinaru, Paulina Anastasiu, Culita Sirbu, Laurentiu Rozylowicz. 2022. <i>Distribution and pathways of introduction of alien plant species in Romania</i>. NEOBIOTA 12th International Conference on Biological Invasions, 12-16 September 2022, Tartu, Estonia (online)</li> <li>• <b>Articol 1 (publicat).</b> Sirbu C., Miu I.V., Gavrillidis A.A., Grădinaru S.R., Niculae M.I., Preda C., Oprea A., Urziceanu M., Camen-Comanescu P., Nagoda E., Sirbu I.M., Memedemin D., Anastasiu P. (2022) <i>Distribution and</i></li> </ul>

	<p><i>pathways of introduction of invasive alien plant species in Romania</i>, <b>NeoBiota</b> 75: 1-21 (<b>autor corespondent</b>) (<a href="https://doi.org/10.3897/neobiota.75.84684">https://doi.org/10.3897/neobiota.75.84684</a>)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Baza de date 3 publicată în GBIF 1:</b> <a href="https://doi.org/10.15468/gg846v">https://doi.org/10.15468/gg846v</a></li> </ul>
<p><b>Activitatea 1.3</b> - Crearea modelelor de distribuție a speciilor de plante alogene</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Conferință 3.</b> Iulia V. Miu, Athanasios A. Gavrillidis, Simona R. Grădinaru, Paulina Anastasiu, Culita Sirbu. 2022. <i>Invasive alien plant species in Romania: distribution and pathways of introduction</i>. Geographical Research and Cross-Border Cooperation, Sixth Edition, Craviova, 6-8 Octombrie 2022 (online).</li> <li>• <b>Articol 2 (în curs de evaluare):</b> Paulina Anastasiu, <b>Iulia V. Miu</b>, Laurentiu Rozyłowicz, Cristina Preda, Athanasios A. Gavrillidis, Culita Sirbu, Adrian Oprea, Mihaela Urziceanu, Petronela Camen-Comanescu, Eugenia Nagoda, Daniyar Memedemin, Marius Barbos, Violeta Boruz, Alina Cislariu, Ioan Don, Marius Fagaras, Pál József Frink, Ioana Mihaela Georgescu, Ovidiu Ioan Haruta, Bogdan-Iuliu Hurdu, Attila Matis, Sretco Milanovici, Sorana Muncaciu, Alina-Georgeta Neacsu, Monica Neblea, Alma Lioara Nicolin, Mariana Niculescu, Silvia Oroian, Oliviu Grigore Pop, Daniel I. Radutoiu, Mihaela Samarghitan, Ioana Simion, Liliana Cristina Soare, Corina Steiu, Emilia Stoianov, Daniela Strat, Anna Szabo, Paul-Marian Sztatmari, Corneliu Tanase, Marian D. Mirea, Nicolae Manta, Ioana M. Sirbu (2024) <i>Alien plant species distribution in Romania: a nationwide survey following the implementation of the EU Invasive Alien Species Regulation</i> – Biodiversity Data Journal (<b>autor corespondent</b>)</li> <li>• <b>Baza de date 4 publicată în GBIF 2:</b> <a href="https://doi.org/10.15468/zk9adu">https://doi.org/10.15468/zk9adu</a></li> </ul>
<p><b>Activitatea 1.4</b> - Diseminarea rezultatelor și managementul proiectului</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Pagina web a proiectului:</b> <a href="https://ccmesi.ro/?page_id=2185">https://ccmesi.ro/?page_id=2185</a></li> <li>• <b>Pagina Twitter a proiectului:</b> <a href="https://twitter.com/RoInvasive">https://twitter.com/RoInvasive</a></li> </ul>
<p><b>Etapa 2.</b> Realizarea modelelor de distribuție a speciilor de plante alogene și a scenariilor viitoare și analiza prioritizării spațiale</p>	
<p><b>Activitatea 2.1</b> - Pregătirea modelelor IPCC pentru scenariile</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Conferință 4.</b> Iulia V. Miu, Athanasios A. Gavrillidis, Simona R. Grădinaru, Laurentiu Rozyłowicz. 2023.</li> </ul>

<p>viitoare ale distribuției speciilor de plante alogene</p>	<p><i>Assessing invasive alien plant species in Romania: distribution and pathways of introduction.</i> EUROGEO “FUTURE-READY GEOGRAPHY” 2023, 27 – 29 Aprilie 2023, Cracovia, Polonia</p>
<p><b>Activitatea 2.2</b> - Analiza prioritizării spațiale a speciilor de plante alogene invazive</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Conferință 5.</b> <b>Iulia V. Miu</b>, Marian D. Mirea, Laurentiu Rozyłowicz. 2023. <i>Mapping invasive alien plant species distribution under climate change scenarios in Romania.</i> XXIIIrd International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying, Geology and Mining, Ecology and Management – SGEM 2023, 1 - 10 Iulie 2023, Bulgaria.</li> <li>• <b>Articol 3 (în curs de evaluare):</b> Marian D. Mirea, <b>Iulia V. Miu</b>, Viorel D. Popescu, Bekka S. Brodie, Silviu Chiriac, Laurentiu Rozyłowicz (2024) <i>Priority conservation areas for protected saproxylic beetles in Romania under current and future climate scenarios</i> – Biodiversity and Conservation, Pre-print disponibil online <a href="https://www.researchsquare.com/article/rs-3969647/v1">https://www.researchsquare.com/article/rs-3969647/v1</a> (autor corespondent)</li> </ul>
<p><b>Activitatea 2.3</b> - Evaluarea modelelor de prioritizare spațială a speciilor de plante alogene invazive</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Conferință 6.</b> <b>Iulia V. Miu</b>, Marian D. Mirea, Laurentiu Rozyłowicz. 2023. <i>Potential Impact of Climate Change on the Distribution of Invasive Alien Plant Species in Romania.</i> SCB's 31st International Congress for Conservation Biology (ICCB 2023) 23 – 27 Iulie 2023, Kigali, Rwanda</li> <li>• <b>Articol 4 (în pregătire).</b> <b>Iulia V. Miu</b>, Mirea D. Marian, Paulina Anastasiu, Laurentiu Rozyłowicz. <i>Potential Impact of Climate Change on the Distribution of Invasive Alien Plant Species in Romania.</i></li> </ul>
<p><b>Activitatea 2.4</b> - Diseminarea rezultatelor și managementul proiectului</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Workshop</b> - Sesiune de instruire Regiunea Nord-Vest cu privire la acțiunile specifice privind prevenirea și gestionarea introducerii și răspândirii speciilor alogene invazive din România, în conformitate cu Regulamentul UE 1143/2014, 22-25 Mai 2023, Oradea, Bihor</li> </ul>
<p><b>Etapa 3. Realizarea unui cadru pentru prioritizarea managementului speciilor de plante invazive</b></p>	
<p><b>Activitatea 3.1</b> – Cadru pentru prioritizarea spațială a managementului speciilor de plante alogene invazive</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Manual online</b> - Cadru pentru prioritizarea spațială a managementului speciilor de plante alogene din România (<a href="https://ccmesi.ro/?page_id=2185">https://ccmesi.ro/?page_id=2185</a>)</li> </ul>

<p><b>Activitatea 3.2</b> - Diseminarea rezultatelor și managementul proiectului</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Pagina web a proiectului:</b> <a href="https://ccmesi.ro/?page_id=2185">https://ccmesi.ro/?page_id=2185</a></li> </ul>
--	--

## REFERINȚE

- Barbet-Massin, M., Jetz, W., 2014. A 40-year, continent-wide, multispecies assessment of relevant climate predictors for species distribution modelling. *Divers. Distrib.* 20, 1285–1295. <https://doi.org/10.1111/ddi.12229>
- Bellard, C., Cassey, P., Blackburn, T.M., 2016. Alien species as a driver of recent extinctions. *Biol. Lett.* 12. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2015.0623>
- Bosso, L., De Conno, C., Russo, D., 2017. Modelling the Risk Posed by the Zebra Mussel *Dreissena polymorpha*: Italy as a Case Study. *Environ. Manage.* 60, 304–313. <https://doi.org/10.1007/S00267-017-0882-8>
- Diagne, C., Leroy, B., Vaissière, A.C., Gozlan, R.E., Roiz, D., Jarić, I., Salles, J.M., Bradshaw, C.J.A., Courchamp, F., 2021. High and rising economic costs of biological invasions worldwide. *Nature* 592, 571–576. <https://doi.org/10.1038/s41586-021-03405-6>
- Dullinger, I., Wessely, J., Bossdorf, O., Dawson, W., Essl, F., Gattringer, A., Klöner, G., Kreft, H., Kuttner, M., Moser, D., Pergl, J., Pyšek, P., Thuiller, W., van Kleunen, M., Weigelt, P., Winter, M., Dullinger, S., 2017. Climate change will increase the naturalization risk from garden plants in Europe. *Glob. Ecol. Biogeogr.* 26, 43–53. <https://doi.org/10.1111/geb.12512>
- Essl, F., Latombe, G., Lenzen, B., Wilson, J.R.U., Genovesi, P., Pagad, S., Seebens, H., Smith, K., 2020. The Convention on Biological Diversity (CBD)'s Post-2020 target on invasive alien species – what should it include and how should it be monitored? *NeoBiota* 62, 99–121. <https://doi.org/10.3897/neobiota.62.53972>
- Franklin, J., 2010. Mapping species distributions. Spatial inference and prediction, Ecology, biodiversity and conservation. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Haubrock, P.J., Turbelin, A.J., Cuthbert, R.N., Novoa, A., Taylor, N.G., Angulo, E., Ballesteros-Mejia, L., Bodey, T.W., Capinha, C., Diagne, C., Essl, F., Golivets, M., Kirichenko, N., Kourantidou, M., Leroy, B., Renault, D., Verbrugge, L., Courchamp, F., 2021. Economic costs of invasive alien species across Europe. *NeoBiota* 67, 153–190. <https://doi.org/10.3897/neobiota.67.58196>
- Hulme, P.E., 2015. Invasion pathways at a crossroad: Policy and research challenges for managing alien species introductions. *J. Appl. Ecol.* 52, 1418–1424. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12470>
- Kettunen, M., Genovesi, P., Gollasch, S., Pagad, S., Starfinger, U., ten Brink, P., Shine, C., 2009. Technical support to EU strategy on invasive species (IAS) - Assessment of the impacts of IAS in Europe and the EU (final module report for the European Commission). *Inst. Eur. Environ. Policy* 44.
- Liu, C., Wolter, C., Xian, W., Jeschke, J.M., 2020. Species distribution models have limited spatial transferability for invasive species. *Ecol. Lett.* 23, 1682–1692. <https://doi.org/10.1111/ele.13577>
- Moilanen, A., Kohonen, I., Lehtinen, P., Jalkanen, J., Virtanen, E., Kujala, H., 2022. Zonation 5 User manual.
- Pyšek, P., Hulme, P.E., Simberloff, D., Bacher, S., Blackburn, T.M., Carlton, J.T., Dawson, W., Essl, F., Foxcroft, L.C., Genovesi, P., Jeschke, J.M., Kühn, I., Liebhold, A.M., Mandrak, N.E., Meyerson, L.A., Pauchard, A., Pergl, J., Roy, H.E., Seebens, H., Kleunen, M., Vilà, M., Wingfield, M.J., Richardson, D.M., 2020. Scientists' warning on invasive alien species. *Biol. Rev.* 95, 1511–1534. <https://doi.org/10.1111/brv.12627>
- Ricciardi, A., Blackburn, T.M., Carlton, J.T., Dick, J.T.A., Hulme, P.E., Iacarella, J.C., Jeschke, J.M., Liebhold, A.M., Lockwood, J.L., MacIsaac, H.J., Pyšek, P., Richardson, D.M., Ruiz, G.M., Simberloff, D., Sutherland, W.J., Wardle, D.A., Aldridge, D.C., 2017. Invasion Science: A Horizon Scan of Emerging Challenges and Opportunities. *Trends Ecol. Evol.* 32, 464–474. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2017.03.007>
- Richter, R., Berger, U.E., Dullinger, S., Essl, F., Leitner, M., Smith, M., Vogl, G., 2013. Spread of invasive ragweed: Climate change, management and how to reduce allergy costs. *J. Appl. Ecol.* 50, 1422–1430. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12156>
- Robinson, T.B., Martin, N., Loureiro, T.G., Matikina, P., Robertson, M.P., 2020. Double trouble: the implications of climate change for biological invasions. *NeoBiota* 62, 463–487. <https://doi.org/10.3897/neobiota.62.55729>
- Thuiller, W., Lafourcade, B., Engler, R., Araújo, M.B., 2009a. BIOMOD - A platform for ensemble forecasting of species distributions. *Ecography (Cop.)* 32, 369–373. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2008.05742.x>

- Thuiller, W., Lafourcade, B., Engler, R., Araújo, M.B., 2009b. BIOMOD - A platform for ensemble forecasting of species distributions. *Ecography (Cop.)*. 32, 369–373. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2008.05742.x>
- Turbelin, A.J., Malamud, B.D., Francis, R.A., 2017. Mapping the global state of invasive alien species: patterns of invasion and policy responses. *Glob. Ecol. Biogeogr.* 26, 78–92. <https://doi.org/10.1111/geb.12517>
- Zurell, D., Franklin, J., König, C., Bouchet, P.J., Dormann, C.F., Elith, J., Fandos, G., Feng, X., Guillera-Arroita, G., Guisan, A., Lahoz-Monfort, J.J., Leitão, P.J., Park, D.S., Peterson, A.T., Rapacciuolo, G., Schmatz, D.R., Schröder, B., Serra-Diaz, J.M., Thuiller, W., Yates, K.L., Zimmermann, N.E., Merow, C., 2020. A standard protocol for reporting species distribution models. *Ecography (Cop.)*. 43, 1261–1277. <https://doi.org/10.1111/ecog.04960>