



**Academia Română  
Institutul Național de Cercetări Economice “Costin C. Kirilescu”**

***Dezvoltarea capacității administrative a Ministerului  
Mediului de a implementa politica în domeniul  
biodiversității  
SIPOCA 22***

RAPORT ȘTIINȚIFIC FINAL

**Activitatea 1.4**

**Cartarea ecosistemelor naturale și seminaturale degradate la nivel național**

# METODOLOGIE

**Nume partener:** Institutul Național de Cercetări Economice ”Costin C. Kirițescu”

**Cod SMIS:** SIPOCA 22 - ”Dezvoltarea capacității administrative a Ministerului Mediului de a implementa politica în domeniul biodiversității”

**Activitate:** A.1.4 Cartarea ecosistemelor naturale și seminaturale degradate la nivel național



**Ecosistem:** Ape curgătoare

## CUPRINS

<b>1. Metodologia propusă pentru delimitarea spațială a ecosistemelor de ape curgătoare</b>	<b>4</b>
<b>2. Surse de date utilizate</b>	<b>10</b>
<b>3. Segmentarea rețelei hidrografice</b>	<b>23</b>
<b>4. Segmentarea zonei ripariene</b>	<b>24</b>
<b>5. Indicatorii de evaluare a stării de degradare</b>	<b>26</b>
<b>6. Integrarea valorilor indicatorilor prin analiză multicriterială</b>	<b>41</b>
<b>7. Limitări și elemente contextuale importante pentru înțelegerea și utilizarea rezultatelor obținute</b>	<b>46</b>

# METODOLOGIA PROPUȘĂ PENTRU EVALUAREA STĂRII DE DEGRADARE A ECOSISTEMELOR DE APE CURGĂTOARE



## 1. Metodologia propusă pentru delimitarea spațială a ecosistemelor de ape curgătoare

Pentru exprimarea suportului cartografic al studiului nostru - rețeaua hidrografică, pe care urmează să aplicăm metodologia prezentată în continuare, am consultat două baze de date: baza de date ECRINS a Agenției Europene de Mediu și baza de date EU-Hydro River Network din cadrul programului Copernicus. Am consultat ambele baze de date, pentru a scoate în evidență caracteristicile fiecăreia (modul de realizare – logica individualizării elementelor reprezentate, adică a sectoarelor de ape curgătoare, conținutul tabelului de atribute) care ar putea fi utile studiului nostru, din punct de vedere tehnic, dar și fidelitatea reprezentării realității, fiind vorba de produse derivate prin fotointerpretare.

**ECRINS – European Catchments and River Network System** este o bază de date geospațială completă din punct de vedere topologic, este un sistem compozit elaborat de către JRC pe baza CCM (Catchment Characterization and Modelling), CLC (Corine Land Cover), raportarea WFD (Water Frame Directive), etc. Este organizat într-un layer cu 181,071 bazine elementare funcționale (FECs) cu mărime medie de aproximativ 62 km<sup>2</sup>, este complet conectat cu identificator explicit (ID) și relaționat cu zona din amonte. Rețeaua hidrografică este grupată pe sub-bazine și bazine hidrografice care să păstreze continuitatea funcțională a corpurilor de apă. Captările sunt drenate de 1.348.163 segmente de râuri, clasificate ca și canale de scurgere principale (care leagă împreună FECs) și canale de scurgere secundare (partea internă a unui FEC) (niveluri Horton-Strahler). Segmentele de râuri urmează drenajul natural, îndeplinind constrângerile topologice 0, 1 sau 2 în amonte, singular sau 0 în aval. Segmentele sunt conectate la captări elementare și noduri documentate altitudinal. De asemenea, segmentele au cod de identificare și unde s-a putut apare și





denumirea râului. Baza de date conține și un layer cu lacurile și barajele la nivel european. În versiunea disponibilă 1.0, au fost identificate și câteva erori topologice, din cauza geometriei inexacte, dar sunt specificate și vor fi corectate acolo unde este cazul. <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/european-catchments-and-rivers-network#tab-visualisations-produced>.

EU-Hydro River Network (Copernicus Land Monitoring Service) acoperă teritoriul a 39 state europene, pe care îl împarte în 39 de bazine hidrografice. Bazinul Dunării este unul dintre acestea. Informațiile sunt stocate într-o bază de date geografică, având geometrii și atribute asociate. Reflectă o situație valabilă la nivelul anului 2012 (au fost folosite imagini din 2006 și 2009, corectate pe baza imaginilor din 2012), care a fost însă publicată în anul 2016, fiind ultimul produs de acest tip realizat în cadrul acestui program. Nu este însă și prima versiune a acestei baze de date, aducând anumite îmbunătățiri versiunii anterioare. În primul rând este vorba de creșterea semnificativă a acurateții reprezentării, datorită fotointerpretării unor imagini cu rezoluție de 2,5 m (Very High Resolution Image Data), dar și de înmulțirea numărului de obiecte reprezentate (în special în cadrul categoriilor rețea hidrografică, ape interioare: râuri reprezentate ca poligoane și lacuri, conducte - pentru cursuri de apă, ape uzate sau ape pluviale și insule). Acestor obiecte, pe de altă parte, li s-au îmbunătățit geometria, relațiile și consistența topologică. Modul în care sunt corelate între ele elementele prezente în această bază de date este reprezentat în figura 1.

Pentru o aplicare eficientă a metodologiei ce va fi expusă în continuare pe rețeaua hidrografică la nivel național și în primul rând pentru integrarea rețelei în procesul de automatizare – analiza multicriterială, cursurile de apă vor fi împărțite în segmente de către echipa de experți, rezultatul reprezentând unitățile de bază ale studiului de față, ce vor fi integrate, fiecare în parte, în una din cele 3 clase de calitate a ecosistemului acvatic, așa cum au fost definite în cadrul obiectivelor proiectului. Principiul care va sta la baza acestei delimitări pornește de la faptul că în lipsa unor indicii relevante din literatură în acest sens, putem considera diluția pe care o produce orice emisar ce se varsă într-un receptor (presupunând că au caracteristici diferite ale apei) un argument pentru a considera confluențele ca fiind criteriul acestei segmentări. Pentru ca procesul de diluție să fie însă relevant, debitele celor 2 cursuri de apă trebuie să fie comparabile, astfel că s-a decis segmentarea cursurilor de apă doar pe baza confluențelor cu afluenți de același ordin (e.g.

un curs de apă de ordin 3 primește un afluent de același ordin, la confluență producându-se astfel segmentarea) ori cu afluenți având ordin inferior, situat în precedentele două clase față de râul receptor – cel ce va fi astfel segmentat – (e.g. un curs de apă de ordin 4 primește un afluent de ordin 3 și va fi segmentat la confluență, primește un afluent de ordin 2 și va fi de asemenea segmentat la confluență, însă dacă primește un afluent de ordin 1 nu va fi segmentat la respectiva confluență).

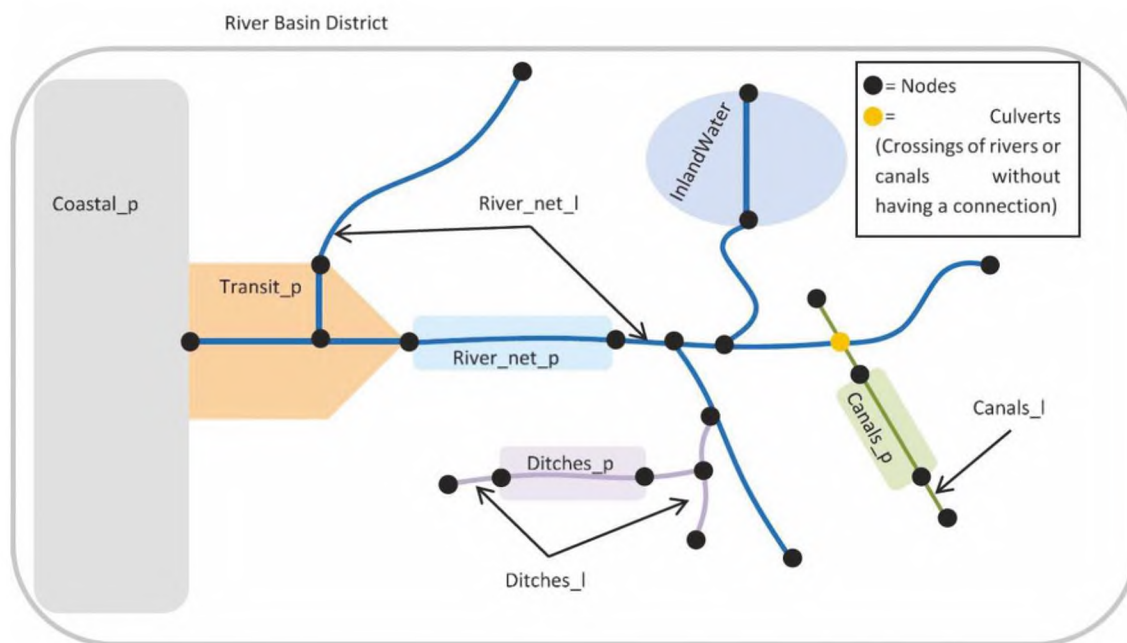


Fig. 1 - Relații topologice în cadrul bazei de date EU-Hydro.

În cele 2 baze de date este făcută deja o segmentare a cursurilor de apă pe mai multe criterii: capetele fiecărui râu – izvorul și vărsarea, confluențele – în totalitate, intrările și ieșirile din lacurile de acumulare – intersecțiile dintre linii și poligoane, prezența barajelor. Pentru a elimina segmentările excesive, irelevante pentru scopul studiului nostru, echipa de experți a analizat în amănunt fiecare tabel de atribute, cu scopul identificării unor indicii ce ar putea ajuta la realizarea automată a acestei operații. Rezultatul a scos în evidență baza de date EU-Hydro River Network, ce permite o astfel de posibilitate, în detrimentul celeilalte, astfel încât aceasta este cea pe care o vom folosi pentru operația de segmentare.



Cât privește lărgimea benzii de analiză în lateral, literatura de specialitate nu propune valori. Având în vedere că literatura de specialitate din domeniul cercetării ecosistemului riparian (fie aferent apelor curgătoare, fie celor lacustre) relevă faptul că un procent de 90 % din relațiile ecosistemice ripariene au loc în primii 50 de metri de la cursul de apă (Siligardi & Maiolini, 1990; Siligardi & Maiolini, 1993; Siligardi et al., 1993; Siligardi, 2007), în prezenta metodologie s-a considerat că analiza să se raporteze la această valoare (50 de m dreapta / stânga față de canalul de scurgere). Pe acest fond general s-a introdus o distincție importantă, având în vedere faptul că am avut acces la informații spațiale ajutătoare pentru aceasta. Este vorba de delimitarea ariei de analiză în cazul râurilor mai importante (începând de la rangul 3 în sistemul de clasificare Horton - Strahler) pe baza suprafeței pe care o ocupă zonele ripariene la nivel național (<http://land.copernicus.eu/local/riparian-zones/riparian-zones-delineation/view>).

Conform explicațiilor aferente acestui set de date, extinderea spațială a zonelor ripariene este un produs derivat din utilizarea câtorva parametri hidrologici și geomorfologici, extrași prin teledetecție de pe imagini satelitare, alături de zonele ripariene din clasificarea Land Cover/Land Use. Ulterior, pentru o îmbunătățire a calității rezultatului obținut pe cale automată, această delimitare a fost supusă corecției unei echipe de experți independenți.

Astfel a fost obținut teritoriul de analiză (Fig. 2), prin acesta înțelegându-se spațiul din care ne-am propus extragerea parametrilor pe care-i vom lua în calcul pentru a exprima gradul în care cursurile de apă și, implicit, ecosistemele acvatice, resimt diverse presiuni directe sau indirecte din partea activităților umane. Presiunile cumulate, coroborate cu caracteristicile râurilor, ce exprimă atât vulnerabilitatea, cât și reziliența acestora în raport cu presiunile externe, vor exprima, în final, nivelul de degradare al ecosistemelor reofile, pe baza a trei clase: naturale, semidegradate și degradate.

În vederea aplicării acestei proceduri au fost aleși 12 indicatori, în alegerea cărora am folosit drept argumente relevanța lor în atingerea scopului urmărit și disponibilitatea datelor (ne-am bazat în cea mai mare măsură pe date publice, accesate prin intermediul unor resurse online; pentru doi indicatori va fi nevoie însă să preluăm informații din materiale tipărite – hărți ale solurilor și planuri de management bazinale, pe care ulterior le vom integra în baza de date).

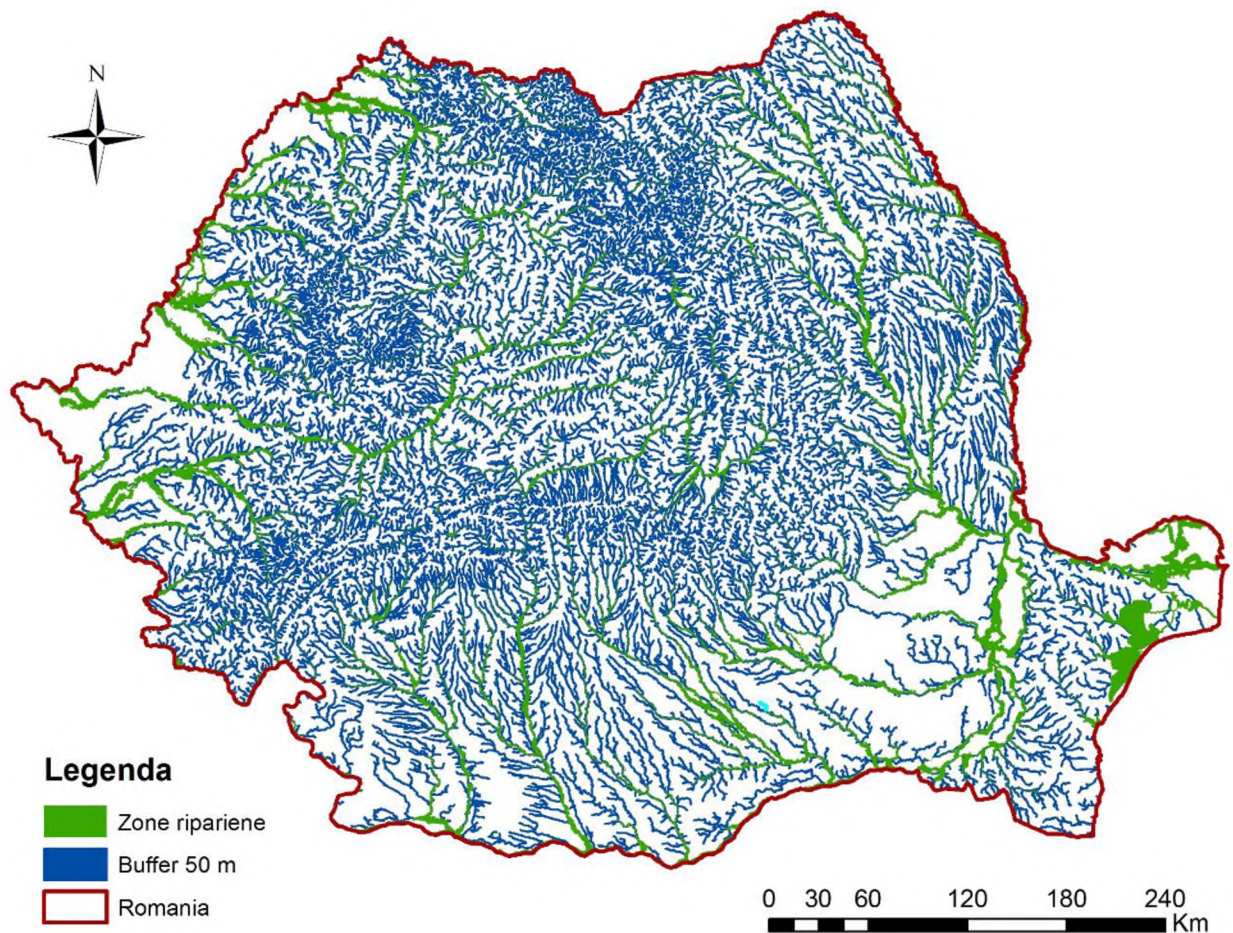


Fig. 2 – Arealul de analiză – zone ripariene și buffere de 50 m

Având în vedere specificul acestora, indicatorii pot fi incluși în 4 categorii:

- a. **Indicatori ai teritoriului adiacent cursurilor de apă:** gradul de antropizare a teritoriului adiacent cursului de apă, caracteristicile vegetației din fâșia asociată cursului de apă (o vom numi în continuare zona ripariană), relația cu așezările umane, prezența stațiilor de epurare în raport cu așezările umane, prezența surselor majore de poluare, proximitatea față de rețeaua de transport rutier, intersecția cu ariile naturale protejate;
- b. **Indicatori ai substratului teritoriului adiacent cursurilor de apă:** panta (exprimând gradul și viteza de transfer a apei dinspre teritoriul adiacent către cursul de apă), respectiv



permeabilitatea solului (scoțând în evidență, în esență, aceleași caracteristici precum panta; suplimentar, acest indicator scoate în evidență și gradul de filtrare a soluțiilor apoase încărcate cu diverși poluanți la trecerea lor prin sol);

- c. **Indicatori asociați râurilor:** intervențiile antropice în albie (cuprinzând baraje, diguri), starea ecologică a corpurilor de apă (date pentru acest indicator fiind preluate din planurile de management bazinale);
- d. **Indicatori ai complexității morfologice a cursurilor de apă:** sinuozitatea, exprimând gradul de îndepărtare de un curs teoretic rectiliniu.

Pentru fiecare indicator au fost stabilite categorii relevante (prezență/absență, trepte de influență), cărora li s-au atribuit ulterior note în funcție de contribuția lor la degradarea ecosistemului acvatic (notele mai mari reflectă o contribuție ridicată, în timp ce notele mici reflectă o contribuție scăzută; pentru situațiile în care o categorie este indiferentă ca relevanță pentru indicatorul respectiv s-a acordat nota 0, având în vedere însumarea ulterioară a notelor obținute; există totuși și aici o excepție, cu referire la indicatorul intersecția cu ariile naturale protejate, unde neinclusiunea teritoriului analizat în vreo categorie de arii naturale protejate trebuie să primească o notă mare, cea mai mare notă pe criteriul respectiv, reflectând o situație mai apropiată de o încadrare a unei suprafețe mici – notă mare, decât a unei suprafețe mari – notă mică). Aceiași excepție caracterizează indicatorul referitor la vegetația naturală, unde suprafețe mari acoperite cu vegetație naturală generează acordarea unei note mici.

Apoi, pornind de contribuția pe care fiecare indicator o are în exprimarea gradului de naturalitate sau de degradare a cursului de apă, fiecăruia i se atribuie o pondere în funcție de participarea pe care echipa de experți consideră că o are în exprimarea efectului final.

În continuare indicatorii din categoriile **a** și **c** vor fi introduși ca și criterii în analize multicriteriale și se vor stabili greutatea pentru fiecare dintre ei în funcție de rolul pe care îl au în stabilirea gradului de degradare al ecosistemelor de ape curgătoare. Se vor realiza 2 analize multicriteriale distincte – una pentru indicatorii din categoria **a**: (1) grad de antropizare a teritoriului adiacent cursului de apă, (2) caracteristicile vegetației din zona ripariană, (3) relația cu

așezările umane, (5) prezența surselor majore de poluare, (6) proximitatea față de rețeaua de transport rutier, (4) prezența stațiilor de epurare în raport cu așezările umane și (7) intersecția cu ariile naturale protejate și una pentru indicatorii din categoria **c**, adică (10) intervențiile antropice în albie, (11) starea ecologică a corpurilor de apă. Pentru fiecare sector de râu valoarea calculată pentru fiecare indicator va fi înmulțită cu greutatea indicatorului respectiv stabilită prin analiza multicriterială. Se vor obține după această etapă 3 note: prima prin însumarea indicatorilor 1,2,3,5,6 din categoria **a**, a doua prin însumarea indicatorilor 4 și 7 din categoria **a** și a treia prin însumarea valorilor indicatorilor 10-11 din categoria **c**. Prima și a treia notă vor fi corectate cu indicatorii ce nu au fost încă luați în calcul, apoi rezultatele se vor însuma, generându-se nota finală pentru sectorul de râu analizat.

Pentru corectare, se va proceda astfel: prima notă obținută în modul descris mai sus va fi corectată cu notele atribuite indicatorilor din categoria **b** (*Indicatori ai substratului teritoriului adiacent cursurilor de apă*), pe rând (întâi panta - 8, apoi permeabilitatea - 9), iar a treia notă obținută conform explicației anterioare va fi corectată cu nota indicatorului de la categoria **d** (sinuozitatea - 12).

Rezultatul astfel obținut se asociază fiecărui segment de râu delimitat în modul exprimat mai devreme și se raportează la o scară finală de valori, pentru a se putea realiza încadrarea în cele 3 clase reprezentând starea ecosistemelor reofile. Modalitatea de calcul și integrarea valorilor într-o formulă finală vor fi detaliate ulterior.

## 2. Surse de date utilizate

Baza de date spațială care va fi utilizată pentru evaluarea ecosistemelor de ape curgătoare este prezentată mai jos și va fi completată cu anumite informații extrase din materiale cartografice sau din alte surse documentare (ex. shp referitor la starea ecologică a râurilor, îndiguiri). Pentru râurile mari pentru care s-au identificat zonele ripariene se folosesc acestea conform limitelor din baza de date. Pentru râurile mici se va crea un buffer de 50 m de fiecare parte a canalului de scurgere pentru care se vor calcula indicatorii necesari.

### a) Corine Land Cover 2012



Sursa: Copernicus Land Monitoring System

Link: <http://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover/view>

Tip date: Poligon / Raster

Descriere: CLC2012 este al 4-lea inventar CORINE Land Cover și toate țările Uniunii Europene au participat la realizarea proiectului. Baza de date constă într-un inventar de 44 de clase privind utilizarea terenului (zone artificiale/antropice, zone industriale, zone comerciale, mine, depozite de deșeuri, zone agricole, păduri și arii seminaturale, zone umede, corpuri de apă). CLC utilizează o unitate minimă de cartografiere de 25 ha.

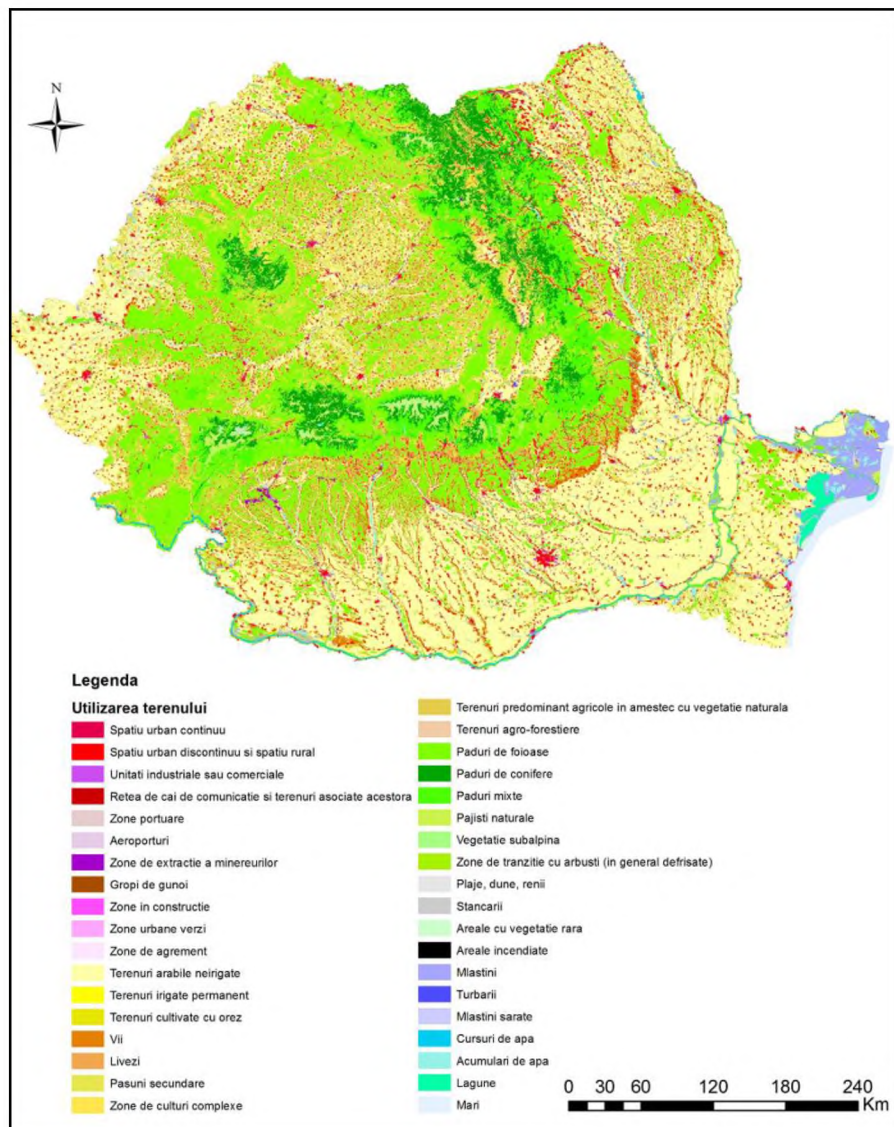


Fig. 3 – Utilizarea terenului (Corine Land Cover 2012) (a)

#### **b) Baza de date APIA referitoare la utilizarea terenurilor**

Conform Manualului de proceduri privind întreținerea și actualizarea sistemului de identificare a parcelelor agricole (Land Parcel Identification System - LPIS), această bază de date a fost realizată prin intermediul unui sistem informațional geografic (GIS) *“sprijinit, de regulă, pe ortofotograme sau imagini satelitare cu norme omogene de prelucrare garantând o precizie cel puțin egală celei cartografice pentru scara de 1:10.000 (adică 1 mm = 10 m la scara planului). Sistemul LPIS din România utilizează imagini la o scară cartografică de 1:5.000. Dimensiunea pixelului imaginilor este de 0,5 m ceea ce asigură o precizie submetrică”*. Este o bază de date de tip poligon, elementul de referință al acesteia fiind denumit bloc fizic, adică *“o suprafață de teren utilizată în scopuri agricole de unul sau mai mulți fermieri, cu limite liniare naturale sau artificiale stabile și care poate include una sau mai multe parcele agricole. Blocul fizic este unic identificat în sistemul informațional geografic și reprezintă parcela de referință adoptată în cadrul LPIS în România”*. După cum se observă din această definiție, scopul principal al realizării acestei baze de date este de-a asigura un suport pentru gestionarea parcelelor agricole, mai exact reprezintă suportul IT necesar *“activităților de administrare și de control realizate de către APIA (Agenția de Plăți și Intervenție pentru Agricultură) cu privire la cererile de sprijin ale fermierilor care solicită plăți directe”*. Mai exact, reprezintă suportul cartografic menit să sprijine identificarea și verificarea parcelelor agricole pe care fiecare fermier și le poate declara în cadrul blocurilor fizice.

O trăsătură esențială a oricărui suport cartografic ce reprezintă o parte a realității la un moment dat este că nu este peren, adică corespondența sa cu realitatea își pierde din fidelitate o dată cu trecerea timpului, iar acest aspect este cu atât mai important în cazul teritoriilor antropizate, unde intervențiile umane produc constant modificări peisagistice și de structură a terenurilor. Astfel, poligoanele care formează blocurile fizice din cadrul prezentei BD au fost trasate în perioada iunie 2001 - iunie 2010, marea lor majoritate însă fiind datate din anii 2006 - 2007. Această informație este cuprinsă în tabelul de attribute al fișierelor *shp*, în câmpul DATA\_CREAR. Manualul de prezentare a acestei baze de date, la care ne raportăm în oferirea acestor informații, ne spune însă că sistemul LPIS este actualizat periodic, prin achiziții de noi ortofotoplanuri și



corectarea limitelor în concordanță cu modificările apărute în modul de structurare a terenurilor. Ultima achiziție de ortofotoplanuri este din perioada 2010 - 2013. Nu putem ști dacă blocurile fizice disponibile în această BD au fost actualizate, dat fiind faptul că în tabelul de atribute al *shp*-urilor pe care le avem la dispoziție nu există câmpul DATA ACTUALIZARE, la care se referă manualul sus-menționat.

Chiar dacă scopul principal al acestei baze de date este de-a oferi suport adecvat gestiunii terenurilor agricole, ea *acoperă întreg teritoriul național, indiferent de tipul terenurilor*. În plus, redă cu mare fidelitate structura și tipologia terenurilor, câtă vreme se bazează pe hărți cadastrale, imagini satelitare și ortofotoplanuri de înaltă rezoluție.

Poligoanele digitizate în cadrul acestei baze de date au fost încadrate în următoarele categorii:

- **BA - Blocuri fizice agricole:** suprafețe agricole delimitate prin vectorizarea detaliilor liniare permanente;
- **SA - Suprafețe intravilan:** (un amestec de suprafețe cu construcții și teren agricol);
- **NA - Suprafețe neagricole din exteriorul blocurilor fizice:** poligon unic pentru o întreagă suprafață neagricolă;
- **NP - Suprafețe neagricole din interiorul blocurilor fizice:** suprafețe neagricole mai mari de 0.1 ha din interiorul blocurilor fizice (iazuri, păduri, clădiri); sunt gestionate ca „insule” și vor fi scăzute din suprafața blocurilor fizice;
- **XX - Suprafețe neacoperite:** lipsă de informații, din motive diferite (nu există imagine ortofoto, părți întunecate mari, zone cu restricții, nori etc). (cf. *Manualului de proceduri privind întreținerea și actualizarea sistemului de identificare a parcelelor agricole*).

Categoriile de folosință a terenurilor aferente fiecăruia dintre tipurile de obiecte digitizate, prezentate mai sus, sunt exprimate în figura 4.

În detaliu, categoriile de terenuri agricole includ următoarele situații:

- **Terenuri Arabile [TA]:** teren arabil, pășuni cultivate, grădini de legume, culturi de orez, solarii sau răsadnițe, plantații de căpșuni, culturi multianuale de furaje, terenuri temporar nelucrate (pârloagă), benzi de iarbă împotriva eroziunii, sere;

Tip de obiect	BA = Bloc fizic agricol	SA = Așezări (Intravilan)	NA = Suprafață neagră din afara unui bloc fizic	NP = Suprafață neagră din interiorul unui bloc fizic (insulă)	XX = Suprafețe neacoperite
Categorii de folosință a terenului	TA – Teren arabil PP – Pășuni permanente	CC – Curți PP – Pășuni Permanente	CC – În principal Curți PA – Vegetație forestieră, arbuști, tufisuri HN – Terenuri neproductive acoperite cu stuf sau papură, vegetație de mlaștină.	CC – Curți Construcții, elemente PA – Vegetație forestieră, arbuști, tufisuri HN – Terenuri neproductive acoperite cu stuf sau papură, vegetație de mlaștină	OL – Imagini orto NM – Suprafețe înorate mari ZR – Zonă cu restricții militare, etc.
	VI – Vii	TA – Teren Arabil	DR – Drumuri și căi ferate, chiar fiind mai multe de unul, având intercalate fâșii cu alte folosințe nu mai late de 4 m, dar nu pentru folosință agricolă, totul reunit într-un singur poligon.	HR – Ape curgătoare	XX – Alte situații în care lipsește imaginea și nu se poate face fotointerpretarea
	CP – Culturi permanente altele decât viile: livezi ș.a.	CP – Culturi permanente altele decât viile: livezi ș.a.	HR – Ape curgătoare	HB – Luciu de apă	
	MX – Mixtă sau altele (ex. grădini de legume)	VI – Vii MX – Mixte sau altele	HB – Luciu de apă. PN – Pietriș, nisipuri, stânci, halde steril, gropi gunoi etc.	PN – Pietriș, nisipuri, stânci, halde steril, gropi gunoi etc	

Fig. 4 Categoriile de folosință a terenurilor

- **Pajiști Permanente [PP]:** pajiști sau fânețe pure (fără alte elemente de peisaj), pajiști sau fânețe cu copaci - pășuni asociate cu pomi fructiferi sau cu scopul prevenirii eroziunii solului sau alunecărilor de teren, pajiști extensive sau fânețe cu arbuști, pajiști împădurite;
- **Vii [VI]:** vii nobile și hibride;
- **Culturi permanente [CP]:** plantații de hamei, livezi clasice sau intensive, plantații de arbuști fructiferi (agrișe, zmeură, afine), pepiniere silvice, de pomi fructiferi sau de viță de vie, plantații de răchită.

### c) EU-DEM

Sursa: Copernicus Land Monitoring System

Link: <http://land.copernicus.eu/pan-european/satellite-derived-products/eu-dem/eu-dem-v1-0-and-derived-products/view>

Tip date: Raster

Descriere: Digital Elevation Model - EU-DEM este un produs hibrid bazat pe SRTM și ASTER GDEM. Sursele originale au fost combinate ponderat, obținându-se un set de date continuu și uniform cu o rezoluție spațială de 1 grad ce folosește nomenclatura SRTM. Desemnează modelarea suprafeței topografice prin reprezentarea altitudinii și care reprezintă un model altitudinal raster.

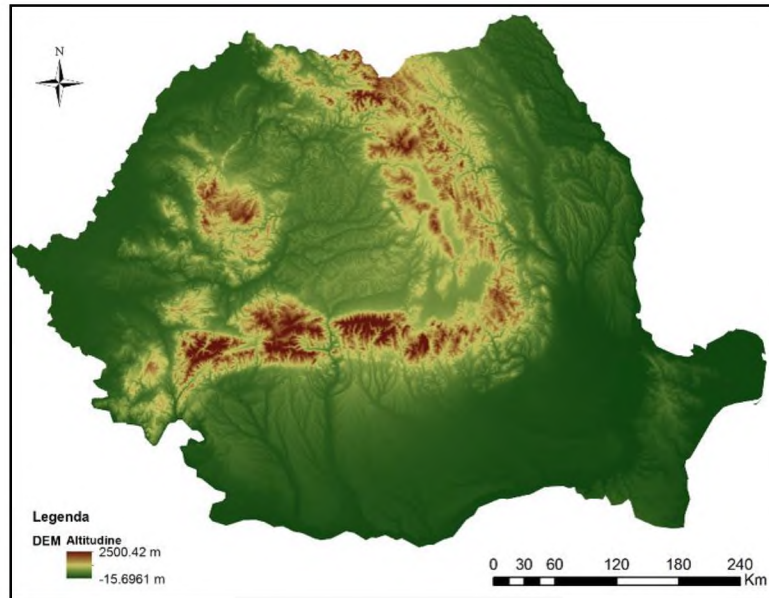


Fig. 1 – EU-DEM (c)

#### d) Așezările umane

Sursa: Copernicus Land Monitoring System

Link: <http://land.copernicus.eu/pan-european/GHSL/EU%20GHSL%202014/view>

Tip date: Raster

Descriere: Set de date spațial cu așezările umane din Europa creat pe baza imaginilor satelitare SPOT5 și SPOT6. Este produs cu tehnologie GHSL de către Comisia Europeană, Joint Research Centre, Institute for the Protection and Security of the Citizen, Global Security and Crisis Management Unit. Cuprinde procentul de suprafață construită pe unitatea spațială și are o rezoluție de 10 m.



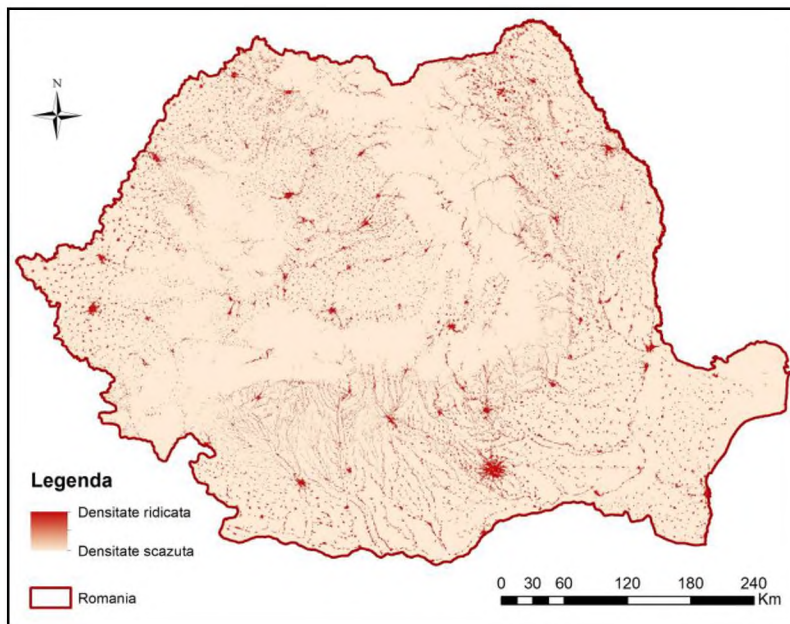


Fig. 2 – Așezările umane (d)

#### e) Delimitarea zonelor ripariene

Sursa: Copernicus Land Monitoring System

Link: <http://land.copernicus.eu/local/riparian-zones/riparian-zones-delineation/view>

Tip date: Poligon

Descriere: Au fost delimitate zonele ripariene extinse de-a lungul rețelei hidrografice europene acoperind nivelurile 3-8 Stahler. Delimitarea zonelor ripariene se bazează pe o abordare complexă de modelare spațială, folosind, clasificarea Land Cover/Land Use, pe date la scară largă de analiză a Pământului, o serie de geo-date adiționale, dar și indicatori specifici derivați spațiali. Input-urile sunt parametrizate și ponderate la nivel regional în funcție de importanța relativă acordată într-o abordare de modelare fuzzy. Zonele furnizează o majoritate a funcțiilor ripariene, cu accent pe serviciile ecosistemice. Se constituie ca parte integrantă a zonei tampon utilizate pentru acoperirea terenurilor/ utilizarea terenurilor și cartografierea GLE și descrie extinderea maximă potențială a zonelor ripariene fără intervenții antropice.

Baza de date conține limitele zonelor ripariene potențiale (areale cu o probabilitate ridicată de a fi caracterizate prin elemente ripariene), zonelor ripariene observabile (arată extinderea observată a elementelor ripariene, deseori reprezentate de vegetația ripariană) și zonelor ripariene



reale (exprimă probabilitatea de a găsi zone ripariene în teren și reprezintă o combinație între zonele ripariene potențiale și cele observabile).

Ca bază pentru derivarea zonelor ripariene potențiale au fost folosite baze de date precum EU-DEM (rezoluție 25m), utilizarea terenurilor în zonele ripariene, EU-HYDRO, Open Street Map, hărțile de risc la inundații realizate de Joint Research Centre (rezoluție 100 m), baza de date mondială a solurilor. Pentru derivarea zonelor ripariene observabile s-au folosit utilizarea terenurilor în zonele ripariene și indicii NDVI și NDWI calculate pe baza imaginilor LANDSAT 8.

În cadrul analizei gradului de degradare al ecosistemelor reofile au fost luate în considerare zonele ripariene potențiale, care sunt și cele mai extinse ca întindere dintre cele trei categorii identificate.

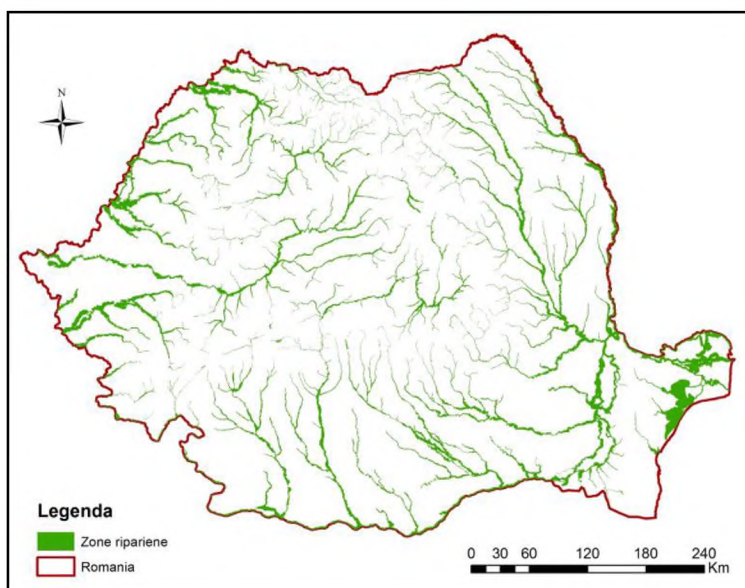


Fig. 3 – Extinderea zonelor ripariene a râurilor de nivelul 3-8 Strahler (e)

#### f) Utilizarea terenurilor în cadrul zonelor ripariene

Sursa: Copernicus Land Monitoring System

Link: <http://land.copernicus.eu/local/riparian-zones/land-cover-land-use-lclu-image/view>

Tip date: Poligon

**Descriere:** Bază de date care conține utilizarea terenului adaptată pentru monitorizarea biodiversității într-o zonă tampon de-a lungul râurilor europene mari și mijlocii derivate din EU-Hydro cu nivelurile 3-8 Stahler). Datele sunt extrase din date prin satelit VHR și completate cu date disponibile dintr-un buffer al râurilor selectate. Obiectivul principal al bazei de date este de a sprijini cartografierea și evaluarea ecosistemelor și a serviciilor acestora (MAES), parte a strategiei Biodiversității la nivel european pentru 2020. Clasele urmează nomenclatura tipologiilor de ecosisteme MAES (1-4) și CLC, oferind 80 de clase tematice distincte cu o unitate minimă de cartare de 0.5 ha și o lățime minimă de cartare de 10 m.

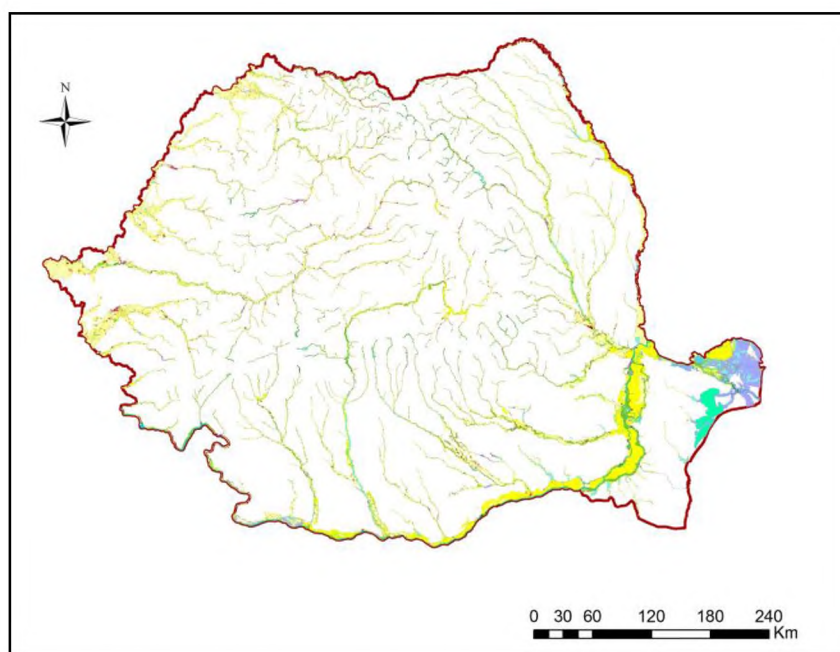


Fig. 4 – Utilizarea terenurilor în zonele ripariene (f)

#### g) Surse majore de poluare

**Sursa:** Agenția Europeană de Mediu (European Environment Agency)

**Link:** <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/member-states-reporting-art-7-under-the-european-pollutant-release-and-transfer-register-e-prtr-regulation-13>

<http://prtr.ec.europa.eu/#/home>

**Tip date:** Punct

Descriere: Sursele majore de poluare sunt preluate din Registrul European al Poluanților Emiși și Transferați (*European Pollutant Release and Transfer Register (E-PRTR)*), care conține raportări a peste 30000 de facilități cu potențial poluator ridicat ce acoperă 65 de activități economice din cadrul țărilor UE, alături de Islanda, Liechtenstein, Norvegia, Serbia și Elveția. Sunt monitorizate 91 de substanțe în acest registru.

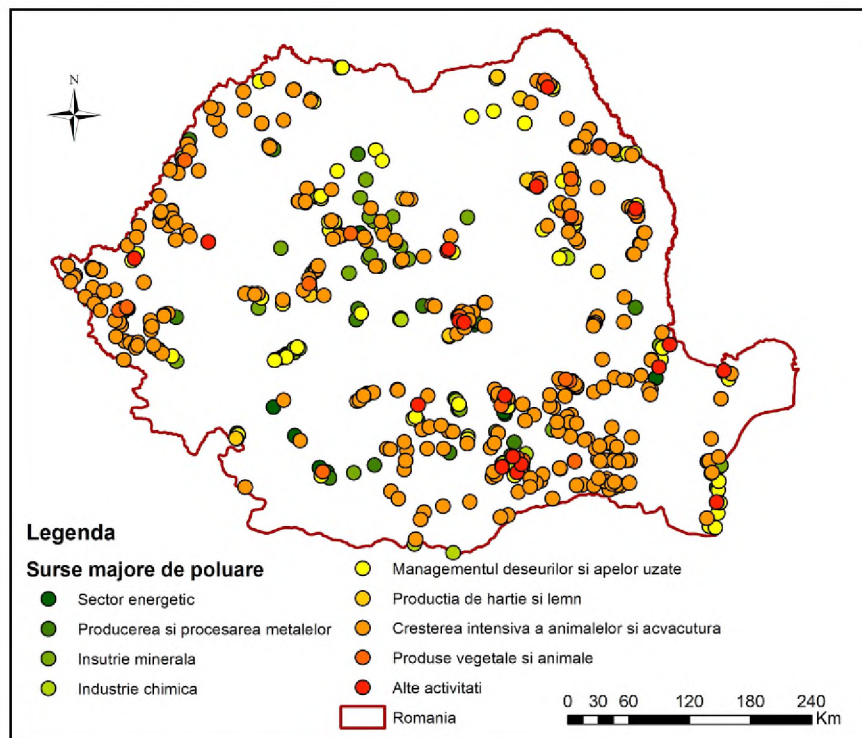


Fig. 5 – Surse majore de poluare (g)

#### h) Urban WasteWater Treatment Agglomeration

Sursa: Agenția Europeană de Mediu (European Environment Agency)

Link: <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/waterbase-uwwt-d-urban-waste-water-treatment-directive-3>

Tip date: Punct

Descriere: Datele reflectă cele mai recente informații disponibile referitoare la implementarea Directivei Urban Waste Water Treatment (UWWTD) din cadrul UE, așa cum sunt ele raportate de către statele membre., pentru aglomerările urbane mai mari de 2000 de locuitori.



Informațiile sunt referitoare la localizarea stațiilor de epurare, nivelul de procesare al acestora, cât și la centrele de agregare a populației (bazate pe distribuția densității populației umane) în raport cu numărul și poziția stațiilor de epurare, cu atribute referitoare la gradul de procesare în raport cu gradul de generare al apelor uzate.

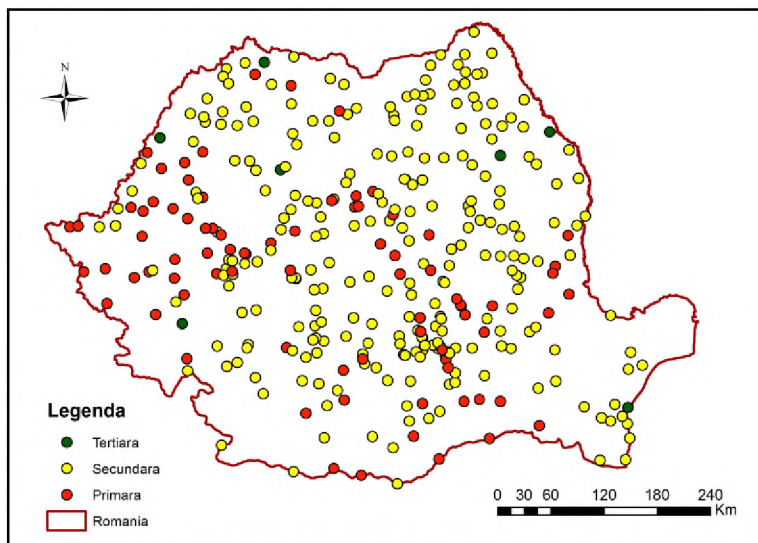


Fig. 6 – Stații de epurare a apei (h)

#### i) Limitele rețelei de arii naturale protejate (naționale și Natura 2000)

Sursa: European Environment Agency și Ministerul Mediului

Link: <http://www.mmediu.ro/articol/date-gis/434>

Tip date: Poligon

Descriere: Delimitare realizată în cadrul programelor Natura2000 a Ariilor Speciale de Conservare (SCI), conform Directivei Habitatare 92/43/EEC și Ariile de Protecție Specială Avifaunistice (SPA) conform Directivei Păsări 79/409/EEC.

Delimitarea ariilor protejate din rețeaua națională este realizată la nivelul Ministerului Mediului.

#### j) Rețeaua de transport

Sursa: Open Street Map

Link: <http://download.geofabrik.de/>

Tip date: Linie



Descriere: Datele Open Street Map sunt colectate de voluntari ce realizează analize sistematice ale terenului folosind echipamente precum GPS, camere digitale și foi de parcurs. Datele sunt apoi introduse în baza de date. De asemenea au loc acțiuni de cartare a unor regiuni de interes la un moment dat. Disponibilitatea datelor satelitare și a imaginilor fotogrammetrice a dus la o importantă creștere a nivelului de automatizare.

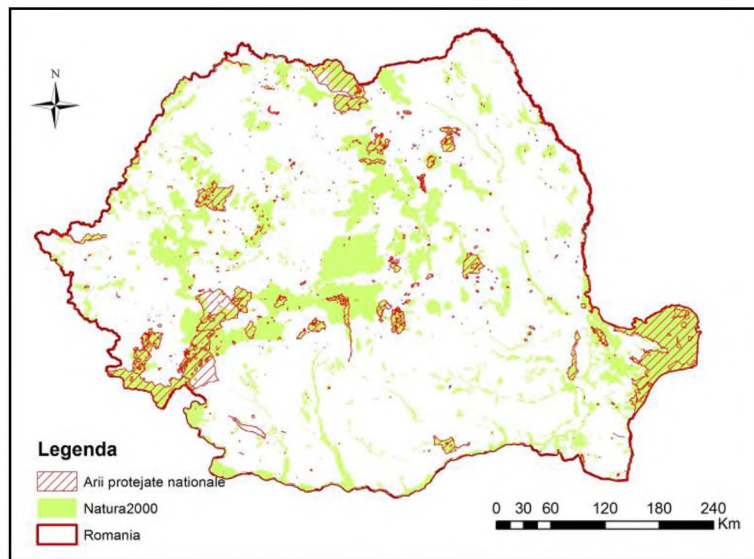


Fig. 7 – Rețeaua națională de arii protejate și rețeaua Natura 2000 (i)

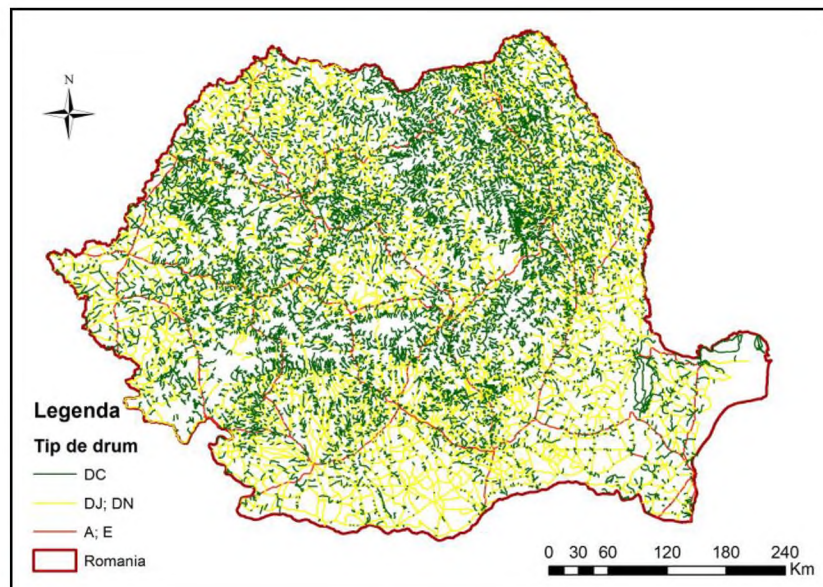


Fig. 8 – Rețeaua de transport pe categorii (j)

### k) ECRINS - Baraje

Sursa: European Environment Agency

Link: <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/european-catchments-and-rivers-network#tab-visualisations-produced>

Tip date: Punct

Descriere: ECRINS – European Catchments and River Network System este o bază de date geospațială completă din punct de vedere topologic, este un sistem compozit elaborat de către JRC pe baza CCM, CLC, raportarea WFD, etc. Baza de date conține pe lângă râuri (tip linie) un layer cu lacurile și barajele la nivel european. Lacurile tip poligon (70.847) sunt derivate din CLC, WFD art.13 și în unele cazuri din layer-ul ape CCM. Sunt codificate, iar acolo unde a fost relevant au fost documentate barajele de acumulare, dar și date privind adâncimea și volumul de apă.

### l) Populația așezărilor umane

Sursa: Institutul Național de Statistică

Link: <http://statistici.insse.ro/shop/?lang=en>

Tip date: statistice

Descriere: Date statistice oficiale referitoare la recensămintele populației și estimări oficiale socio - economice la nivel național.

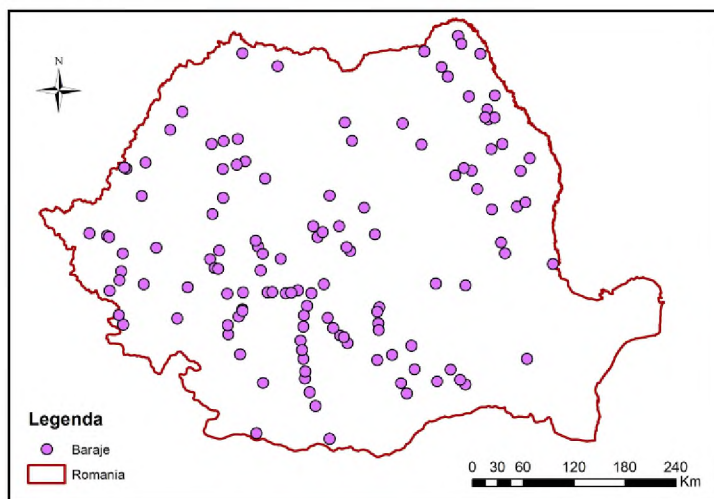


Fig. 9 – Baraje (k)



### m) Solurile României

Sursa: Institutul de Cercetări pentru Pedologie și Agrochimie

Link: <https://www.icpa.ro/>

Tip date: raster (hărți în format imagine, scanate)

Descriere: Teritoriul României este acoperit de 50 de foi de hartă la scara 1:200000, ce conțin unitățile genetice de sol, textura solului în orizontul superior, precum și alte aspecte ale teritoriului: suprafețe acvatice (lacuri și bălți), mlaștini, alunecări de teren și suprafețe afectate de salinizare.

## 3. Segmentarea rețelei hidrografice

Prelucrarea bazei de date a constat în modificarea segmentării rețelei hidrografice în funcție de rangurile Strahler. S-a considerat că starea de degradare a râurilor mari poate suferi modificări importante la primirea unui afluent cu debit considerabil, dar nu și la primirea unuia foarte mic. Astfel, ținând în același timp cont de faptul că analiza unor segmente foarte lungi de râu este greoaie, iar caracteristicile zonei ripariene, care va fi analizată odată cu corpul de apă sunt heterogene din punct de vedere spațial, s-a hotărât utilizarea a 3 ranguri inferioare pentru segmentare, după cum urmează:

- Rangul 9 (Dunărea) – segmentat la confluențele cu râurile de rang 6, 5 și 4 (în România nu există râuri de rangul 7 și 8);
- Rangul 6 a fost segmentat la confluențele cu râurile de rang 5, 4 și 3;
- Rangul 5 a fost segmentat la confluențele cu râurile de rang 4, 3 și 2;
- Rangul 4 a fost segmentat la confluențele cu râurile de rang 3 și 2 (s-a optat pentru eliminarea confluențelor cu râurile de rangul 1 deoarece creștea foarte mult segmentarea rețelei, iar segmentele aveau pe alocuri dimensiuni foarte mici);
- Rangul 3 a fost segmentat la confluențele cu râurile de rang 2 și 1;
- Rangul 2 a fost segmentat la confluențele cu râurile de rang 1.

Prin această segmentare s-a dorit obținerea unor sectoare de râu cu dimensiuni nici foarte mici (de ordinul metrilor și zecilor de metri) care ar fi îngreunat procesul de analiză, dar nici foarte

mari (deoarece acuratețea spațială a analizei poate scădea odată cu creșterea heterogenității caracteristicilor locale în cadrul zonelor ripariene asociate sectoarelor de râu).

În timpul prelucrării bazei de date s-au observat mai multe tipuri de erori care au fost corectate manual: supra-segmentarea râurilor de rang 1, 2 sau 3 fără motiv (râurile au fost unite într-un singur segment), atribuirea unui rang greșit segmentelor adiacente confluențelor (rangurile au fost modificate astfel încât să corespundă râurilor tributare), segmentarea râurilor de rangul 1 în apropierea confluențelor (râurile au fost unite într-un singur segment).

Odată eliminate erorile, baza de date a necesitat o ajustare suplimentară în cazul segmentelor foarte lungi și a celor foarte scurte. Astfel, segmentele foarte lungi (sute de kilometri) au fost împărțite pe cât posibil în segmente mai scurte folosind criteriile secundare precum confluentele cu râuri mai mici, prezența orașelor mari, cu potențial înalt de modificare a calității ecosistemelor lotice sau modificarea drastică a caracteristicilor fizico-geografice. În cazul segmentelor scurte, s-a optat pentru o lungime minimă de 200 metri pentru a se putea aplica metoda de segmentare a zonelor ripariene prezentată mai jos cu erori minime.

Rețeaua hidrografică rezultată cuprinde aproximativ 17500 segmente de râu ce vor fi analizate ulterior pentru stabilirea stării de degradare.

#### 4. Segmentarea zonei ripariene

Acolo unde zonele ripariene nu sunt deja delimitate (baza de date Copernicus Land Monitoring System) se va recurge la generarea unor zone cu o lățime de 100 m (50 m pe fiecare mal al râului) derivată cu ajutorul funcției *Create Buffer*. Bufferul va fi creat selectându-se pentru *EndType* caracteristica *Flat*, astfel încât capetele bufferelor sectorarelor învecinate să nu se suprapună. Bufferele vor fi unite împreună cu zonele ripariene într-un poligon unic la nivel național care va fi apoi introdus în modelul de segmentare al zonelor ripariene în conformitate cu segmentarea rețelei hidrografice.

Metoda folosită pentru segmentarea zonei ripariene presupune generarea unor poligoane Thiessen în jurul fiecărui vertex din componența unui segment de râu. Ele reprezintă zona în care orice punct este mai aproape de punctul central (cel care generează poligonul) decât față de orice alt punct din același set (figura 14).



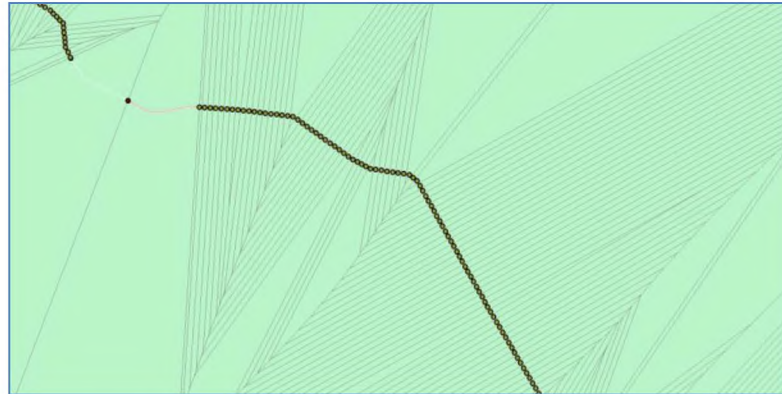


Fig. 14 Poligoane Thiessen pe un segment de râu

Prin extragerea fiecărui vertex dintr-un segment de râu se vor genera poligoane pentru toate punctele. Poligoanele nu se vor intersecta, rezultând practic zone de influență pentru fiecare punct. Aceste zone păstrează atributele punctelor din care au fost create, implicit pe cele ale segmentelor.

În continuare poligoanele corespunzătoare unui segment sunt unite folosind funcția *Dissolve*, rezultând câte un poligon pentru fiecare segment de râu. Aceste segmente se vor intersecta cu zona ripariană reprezentată ca unic poligon la nivelul României, rezultând segmentul de zona ripariană corespunzător fiecărui segment de râu (figura 5).

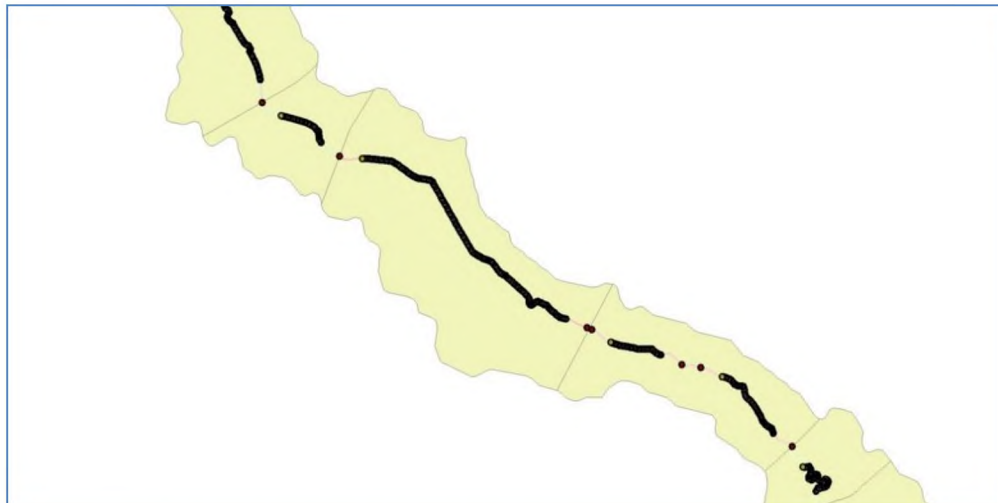


Fig. 15. Segmentarea râurilor prin metoda poligoanelor Thiessen

Figura 16 prezintă modelul GIS utilizat pentru segmentarea zonei ripariene astfel încât fiecare segment de râu să aibă o zonă ripariană proprie, care să nu se suprapună cu zonele ripariene ale altor sectoare. Sectoarele de zonă ripariană create au preluat atributele segmentelor de râu corespunzătoare, inclusiv câmpul unic ID care a permis relaționarea ulterioară a indicatorilor calculați pentru cele două entități (sectorul de râu și sectorul de zonă ripariană).

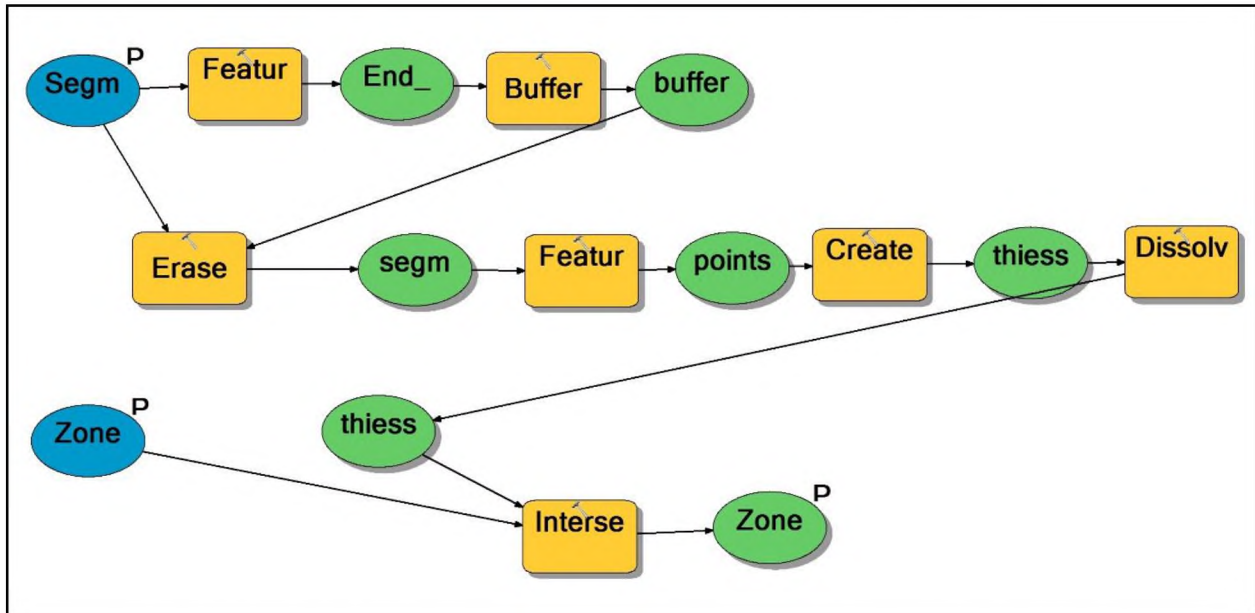


Fig. 16. Modelul utilizat pentru segmentarea automată a arealelor ripariene.

## 5. Indicatorii de evaluare a stării de degradare

Prezentăm în cele ce urmează indicatorii care stau la baza calculării indicelui complex care va permite încadrarea ecosistemelor de ape curgătoare în cele trei clase de degradare (naturale, semidegradate și degradate). Indicele complex a avut la bază ideea indicelui de funcționalitate fluvială, dar criteriile (indicatorii) au fost alese în concordanță cu realitatea la nivel național, bazele de date existente cu acces public și resursele umane și materiale existente.

Toate criteriile / indicatorii vor fi calculate în raport cu sectoarele de râu delimitate și cu zonele ripariene corespunzătoare.

Primul pas în realizarea analizei se va referi la prelucrarea bazelor de date la nivel european, extrăgând numai zona aferentă teritoriului național al României care reprezintă zona de analiză în



cea ce privește degradarea ecosistemelor de ape curgătoare a studiului de față. Acest lucru se va realiza folosind funcțiile *Clip* (pentru tăierea după limita de stat) și *Merge* (pentru unirea diferitelor părți din bazele de date care sunt stocate în bazele de date publice pe segmente pentru a facilita procesul de descărcare).

**1. Gradul de antropizare a teritoriului adiacent cursului de apă** se evaluează prin analizarea prezenței și caracteristicilor zonelor modificate prin antropizare, respectiv a zonelor urbane, industriale și agricole relaționate cu distribuția cursurilor de apă. Urbanizarea este considerată un proces cu efecte majore distructive asupra ecosistemelor acvatice (Shukla et al., 2013), prin dereglarea circuitului natural al apei (eliminarea vegetației cu rol de temporizare a scurgerii apei, intensificarea eroziunii solului și creșterea turbidității, creșterea suprafețelor impermeabile, intensificarea poluării cursurilor de apă prin blocarea proceselor de epurare asigurate în mod natural de vegetație și sol, dar și prin deversarea apelor uzate, fragmentarea cursurilor de apă și artificializarea lor, cu reducerea biodiversității, creșterea anormală a frecvenței inundațiilor). Unitățile industriale sunt considerate de asemenea factori de presiune ridicată asupra ecosistemelor acvatice, atât în mod direct, cum este cazul industriei hidroenergetice, dar și indirect, prin procesele de poluare chimică mai ales (Dyson et al., 2003). Prezența terenurilor agricole implică degradarea ecosistemelor acvatice, extrem de problematică fiind poluarea cu fertilizanți și pesticide. Indicatorul surprinde gradul de degradare al ecosistemului prin raportarea la nivelul de antropizare, respectiv de acoperire a solului din proximitate cu suprafețe artificiale și consecințele negative asociate asupra ecosistemelor acvatice.

În acest scop, criteriul a fost împărțit în trei subcriterii și anume:

- suprafața procentuală ocupată de zonele antropice cu impact ridicat asupra degradării apelor curgătoare (de ex. zone urbane dense, zone de exploatare, zone industriale);
- zone antropizate cu impact mediu asupra degradării apelor curgătoare (de exemplu zone urbane cu densitate redusă, teren agricol irigat);
- zone antropizate cu impact scăzut asupra degradării apelor curgătoare (de exemplu teren agricol neirigat, livezi, vii, vegetație modificată antropic).

Inițial s-a explorat utilizarea bazelor de date MAES level 4 (pentru zonele ripariene delimitate prin programul Copernicus Land Monitoring System) și CLC level 3 (pentru bufferele aferente râurilor de dimensiuni mici). În momentul primirii accesului la baza de date APIA, s-a optat pentru utilizarea acesteia, datorită rezoluției mai bune la care au fost realizate poligoanele.

Având în vedere structurarea indicatorului *Gradul de antropizare a teritoriului adjacent cursului de apă*, folosit de noi în analiza multicriterială, pe 3 categorii – (a) Zone antropice, cu impact ridicat asupra degradării apelor curgătoare, (b) Zone antropizate cu impact mediu asupra degradării apelor curgătoare și (c) Zone antropizate cu impact scăzut asupra degradării apelor curgătoare -, pentru utilizarea în scopul încadrării terenurilor în aceste categorii a fost nevoie să grupăm înregistrările din coloana FOL\_PR\_TRN (folosința principală a terenurilor, vezi figura următoare) în aceste 3 clase. Pentru aceasta s-a folosit operația de *reclasificare*, iar rezultatul este următorul:

- **Zone antropice, cu impact ridicat** asupra degradării apelor curgătoare: **CC și DR**;
- **Zone antropizate cu impact mediu** asupra degradării apelor curgătoare: **TA, MX, PN**;
- **Zone antropizate cu impact scăzut** asupra degradării apelor curgătoare: **VI, CP, PP**.

Categoriile PA, HN, HR și HB au fost considerate terenuri naturale sau semi-naturale (sub aspectul presiunii exercitate asupra ecosistemelor acvatice, cel puțin). Pentru categoriile de terenuri din cadrul tipului de obiect XX (suprafețe neacoperite), adică OL, NM, ZR și XX soluția aleasă a fost de excludere din analiză, numărul poligoanelor din această ultimă categorie este foarte mic, de ordinul unităților sau zecilor, raportat la numărul total, de 2.958.853 de poligoane din cadrul bazei de date.

Se vor calcula suprafețele pentru cele trei categorii de zone (cu impact ridicat, mediu și scăzut asupra degradării ecosistemelor de ape curgătoare) și fiecare va fi raportată la suprafața zonei de analiză aferente sectorului de râu corespunzător obținându-se procente. Aceste procente vor fi grupate în intervale (stabilite diferit pentru cele trei categorii de zone în funcție de agresivitatea manifestată asupra ecosistemelor apelor curgătoare) și li se vor acorda scoruri care vor fi folosite în agregarea finală.

**2. Caracteristicile vegetației din zona ripariană** sunt esențiale pentru evaluarea stării de degradare a ecosistemelor de tip ape curgătoare mai ales sub aspectul caracterului natural sau



modificat al acesteia. Prezența sau absența vegetației, degradarea vegetației, modificarea asociațiilor vegetale naturale prin eliminarea unor plante autohtone afectează funcționarea optimă a ecosistemelor (Gurnell, 2014). Indicatorul evaluează prezența vegetației ripariene (lemnoase și ierboase).

Indicatorul 2 se va calcula după același principiu ca și indicatorul 1 luând în calcul suprafețele cu vegetație naturală din cadrul zonelor de analiză. În cazul acestui indicator, cu cât procentele de ocupare vor fi mai ridicate cu atât contribuția în degradarea calității ecosistemelor de ape curgătoare va fi diminuată. Astfel, scara de notare va fi inversă decât la indicatorul anterior.

**3. Relația cu așezările umane** este importantă în evaluarea stării de degradare a ecosistemelor de tip apă curgătoare prin analiza distribuției localităților în raport cu cursurile de apă (Tu, 2011). Sunt vizate îndeosebi localitățile cu peste 10000 de locuitori, acesta fiind considerat un prag dincolo de care efectele asupra ecosistemelor sunt mai grave, fiind astfel recunoscut ca atare prin obligația, conform Directivei Uniunii Europene privind tratarea apelor uzate urbane, de asigurare a unor stații de epurare pentru aceste localități. Indicatorul surprinde prezența așezărilor umane și măsura în care acestea exercită presiune asupra cursului de apă, sub aspectul numărului de locuitori și ponderii vecinătăților.

Pentru calcularea indicatorului se va lua în considerare traversarea localităților de diferite mărimi (în funcție de numărul de locuitori conform Institutului Național de Statistică). Se consideră că așezările umane de dimensiuni mai mari au un efect mai puternic asupra stării ecosistemelor apelor curgătoare. Astfel, se va lua în considerare prezența celor mai mari așezări umane de-a lungul râului și se vor acorda note în consecință.

**4. Prezența stațiilor de epurare în raport cu așezările umane** este de natură să asigure o reducere a potențialului de degradare a ecosistemelor de tip ape curgătoare, corelat cu numărul de locuitori al așezărilor umane. Conform Directivei Uniunii Europene privind tratarea apelor uzate urbane, prezența stațiilor de epurare este obligatorie pentru localități care au peste 2000 de locuitori, fiind astfel recunoscut potențialul de poluare al așezărilor umane, corelat cu numărul de locuitori. Un număr mare de locuitori implică probabilitatea depășirii capacității de epurare

naturală a râurilor și astfel distrugerea ecosistemului (Kemp, 2001). Indicatorul surprinde prezența stațiilor de epurare, corelată cu distribuția localităților pe care le deservește. De asemenea, indicatorul ia în considerare tipul de stație de epurare. Gradul de epurare a apelor reziduale în stațiile de epurare este exprimat folosindu-se 3 trepte de epurare (de la cea mai simplă și puțin eficientă la cea mai performantă): epurare primară, epurare secundară și epurare terțiară (se referă în principal la eliminarea N și P din apele epurate). În plus, fiecărei înregistrări îi sunt asociate informații referitoare la numărul populației racordate la respectiva stație de epurare, precum și la capacitatea de epurare a acesteia.

Valoarea pentru acest indicator este calculată prin intersecția zonei de analiză cu baza de date cuprinzând stațiile de epurare a apelor și cu cea referitoare la prezența așezărilor umane. În funcție de categoria de stații de epurare situată în zona ripariană / bufferul fiecărui sector de râu și prezența / absența așezărilor umane, vor fi acordate punctaje ce vor fi introduse în agregarea finală.

**5. Prezența surselor majore de poluare (spații industriale, complexe zootehnice, depozite de deșuri, perimetre majore de exploatare, etc.)** reprezintă un indicator important, corelat cu dereglarea stării chimice a ecosistemelor de tip apă curgătoare (Melnyk et al., 2014). Aceste surse majore de poluare sunt menționate ca atare în planurile de management bazinal, eliminând substanțe organice, nutrienți (industria alimentară, industria chimică, industria fertilizanților, celuloză și hârtie, fermele zootehnice etc.), metale grele (industria extractivă și prelucrătoare, industria chimică etc.), micropoluanti organici periculoși (industria chimică organică, industria petrolieră etc.).

Sursele majore de poluare se consideră că degradează calitatea ecosistemelor reofile într-un mod agresiv astfel că dacă în urma intersecției layer-ului respectiv cu zona de analiză se identifică astfel de surse în proximitatea surselor de apă, sectoarele respective vor primi notă maximă (5) ilustrând un potențial ridicat de degradare.

Pentru acest indicator, a fost completată baza de date europeană cu datele publice oferite de Administrația Bazinală Apele Române prin Planurile de Management ale Bazinelor / Spațiilor Hidrografice

2016-2021

<http://www.rowater.ro/SCAR/Planuri%20de%20Management%20pentru%20Administratiile%2>



[0Bazine%20de%20Apa.aspx](#)) și Rapoartele anuale de mediu ale Agențiilor pentru Protecția Mediului din România (<http://www.anpm.ro/raport-de-mediu>).

Baza de date conține informații referitoare la coordonatele geografice ale următoarelor obiective:

- spațiile industriale,
- fermele zootehnice,
- unități care exercită presiuni cauzate de activitățile agricole (prin utilizarea de pesticide),
- locații în care se desfășoară activități sub Directiva Consiliului 96/82/CE – SEVESO,
- locații în care se desfășoară activități sub Directiva Consiliului 96/61/CE – IPPC.

Problemele identificate au fost cele generate de neuniformitatea modului de exprimare a coordonatelor geografice în rapoarte și cele legate de lipsa acestora, fiind raportată doar denumirea instituției și, eventual, adresa acesteia. De asemenea, în cadrul procesului de validare a datelor se observă existența unor coordonate eronate, unele au o eroare de proiectare, iar altele sunt greșit identificate. Acolo unde s-a putut acestea au fost corectate și validate pe hartă, identificându-se coordonatele corespunzătoare sursei de poluare, iar unde corectarea a fost imposibilă au fost eliminate pentru că nu s-a putut identifica locația corectă (adresa corectă a punctului de lucru care reprezintă sursă de poluare nu este specificată și nu a putut fi găsită).

Au fost identificate un număr de 1725 de surse de poluare aferente celor 11 administrații bazinale din România.

**6. Proximitatea față de rețeaua de transport rutier** reprezintă un factor de degradare a ecosistemelor de tip apă curgătoare prin diferitele tipuri de poluare generate. Pulberile în suspensie generate de traficul rutier pot fi contaminate cu cadmiu (Cd), plumb (Pb), zinc (Zn) iar aceste substanțe poluează cursurile de apă adiacente (Shorshani et al., 2014). Indicatorul ia în considerare rangul infrastructurii rutiere, considerând că intensitatea traficului și deci a efectelor negative este asociată cu acesta.

Rețeaua de transport este luată în considerare pornind de la baza de date obținută prin accesarea Open Street Map, prin analiza și filtrarea tabelului de attribute al acesteia. Pentru

extragerea tipurilor de drumuri, în vederea împărțirii acestora în trei categorii (Autostrăzi și drumuri europene, Drumuri naționale și județene, Drumuri locale), s-a folosit câmpul *fclass*. Semnificația înregistrărilor din acest câmp a fost preluată de aici: <http://wiki.openstreetmap.org/wiki/Key:highway#Roads>. Descrierile tipurilor de căi de acces (pietonal și motorizat) ne ajută mai degrabă să excludem categoriile care pentru noi nu sunt relevante (e.g. *bridleways*, *footways*, *service*, *steps* etc.) decât să încadrăm categoriile ce ne interesează după denumirile lor în sistemul național (DE, DN, DJ, DC). Așadar a fost nevoie să se recurgă la o verificare cu imagini satelitare în basemap și astfel s-a ajuns la următoarele asocieri, după eliminarea categoriilor ce nu ne interesează, nefiind relevante pentru scopul nostru:

1. *motorway* - autostradă
2. *trunk* - drum european
3. *primary* - drum național
4. *secondary* - drum județean
5. *tertiary* - drum comunal
6. *track* (cu toate subcategoriile 1-5) - drumuri neasfaltate (pietruite, de pământ)/drumuri agricole și silvice
7. *residential* - drumuri în intravilan
8. *unclassified* – vezi în continuare

Există, în plus față de aceste categorii selectate de noi în primă fază, o categorie aparte, denumită *unclassified*, ce se referă la drumurile de rang inferior (o denumire mai veche din sistemul britanic de clasificare a drumurilor, utilizată pentru desemnarea căilor de legătură între sate și cătune) celor din categoria *tertiary* (drumuri comunale). Acestea au, pe de altă parte, alt scop decât cel de acces pe proprietăți publice sau private (drumurile rezidențiale, așadar). Prin analiza acestei categorii (*unclassified*) cu ajutorul unei hărți de fundal s-a constatat faptul că există nenumărate erori de înregistrare a unor segmente de drumuri, în sensul în care multe porțiuni din drumuri rezidențiale, comunale, precum și din drumuri neasfaltate (*tracks*) sunt categorisite, de fapt, *unclassified*. Cum toate însă aparțin categoriei denumite de noi în metodologie *Drumuri locale*, dar și pentru că există situații (spații cu densitate mai redusă a populației) în care e posibil



ca aceste drumuri *unclassified* să fie singurele sau printre puținele drumuri ce apar în unele poligoane, am decis să le păstrăm și să le adăugăm, așadar, ca o a opta categorie.

Prin selectarea acestor 8 categorii de drumuri din totalul căilor de acces reprezentate în baza de date utilizată numărul înregistrărilor a scăzut de la 517291 la 394719 de înregistrări.

Folosind modulul *Analysis Tools* se vor identifica sectoarele de drum din fiecare categorie situate în cadrul zonelor de analiză. Acestea vor fi ulterior asociate zonei ripariene / bufferului fiecărui sector de râu și se va raporta lungimea drumurilor din fiecare categorie la suprafața de analiză pentru a se obține densitatea rețelei rutiere. Pe baza valorilor calculate la nivel național pentru acest indicator se va realiza o clasificare folosind Natural Breaks și se vor acorda note între 1 - 5 în funcție de densitatea relativă corespunzătoare fiecărui sector.

**7. Intersecția cu ariile naturale protejate** constituie spații cu caracteristici naturale mai pregnante, recunoscute ca atare, cu un regim controlat al activităților antropice în scopul restricționării celor negative, astfel încât ecosistemele reofile din aceste spații au în mod clar o calitate mai bună.

Acest indicator se va calcula ca procent din suprafața zonei ripariene / bufferului situat în interiorul unei arii naturale protejate din rețeaua națională sau rețeaua Natura 2000. Se va puncta cu o notă mică un procent ridicat de suprapunere cu aria protejată și cu o notă mare un procent scăzut.

**8. Panta** reprezintă un indicator esențial ce exprimă comportamentul dinamic al apei, atât la suprafața solului sau a rocii, cât și în straturile freatice. Astfel, cu cât valoarea pantei e mai mare, cu atât nota pe care o vom atribui va fi mai mare, acest indicator contribuind la accelerarea transmiterii presiunii externe către cursul de apă (conducând așadar către o degradare mai accentuată a caracteristicilor apei), pornind de la premisa că panta influențează gradul și viteza cu care apele încărcate cu poluanți ajung, atât direct, prin scurgere de suprafață, cât și indirect, prin infiltrare în sol, transfer către freatic și apoi aport freatic către cursul unei ape curgătoare.

Indicatorul va fi derivat pe baza modelului altimetric al terenului (EU-DEM), apoi valorile pixelilor vor fi reclasificate, prin încadrare în una din clasele de pante folosite în România, conform cu *Metodologia elaborării studiilor pedologice, Partea a III-a, (1987)*.

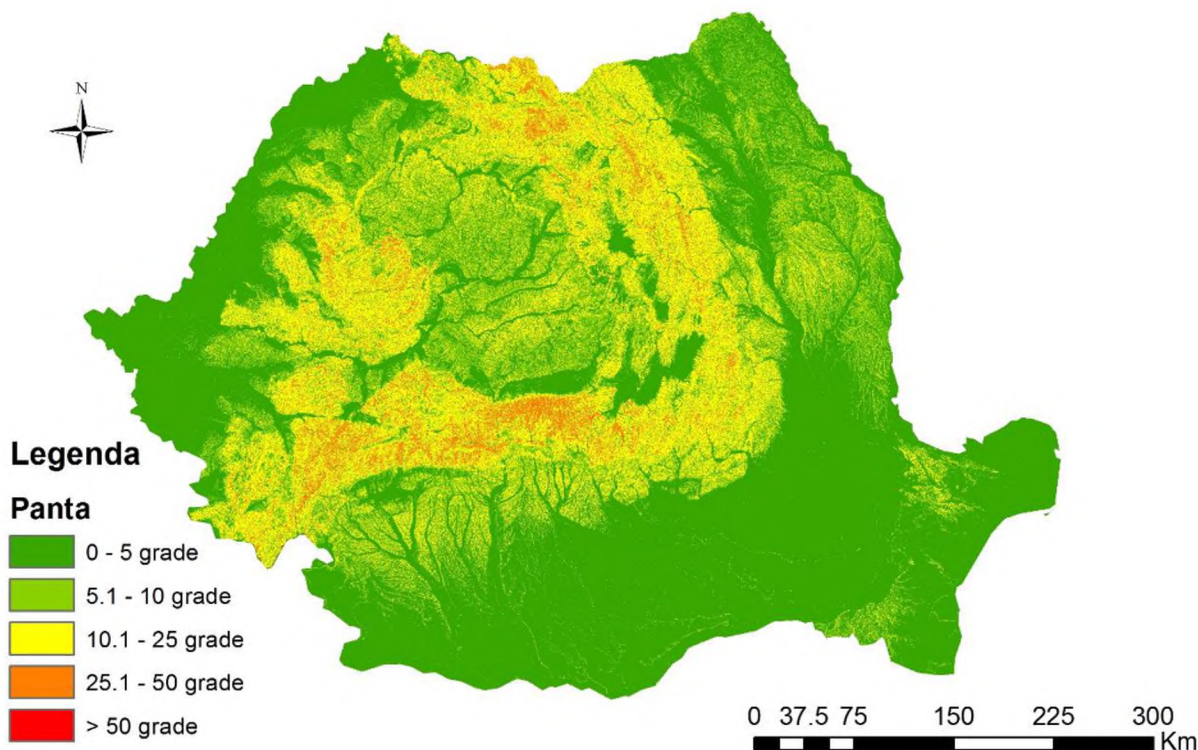


Fig. 17 – Panta calculată pe baza EU-DEM

**9. Permeabilitatea** solului este o caracteristică esențială în exprimarea comportamentului solului (a profilului de sol) în raport cu circulația apei.

În cadrul acestui indicator se urmărește exprimarea permeabilității solurilor prin asociere cu clasele texturale ale acestora. Permeabilitatea reprezintă proprietatea solurilor de a lăsa să treacă apa dinspre suprafață către orizonturile inferioare (Ianoș, 1998). Este influențată semnificativ de alcătuirea granulometrică a fracțiunilor de mică dimensiune ale solului (pământul fin) - nisipul



grosier, nisipul mediu, nisipul fin, praful, argila, argila fină -, distribuția relativă a acestora exprimând textura solului. Astfel, permeabilitatea scade pe măsură ce alcătuirea granulometrică este mai fină (solurile nisipoase sunt foarte permeabile, în timp ce solurile argiloase sunt puțin permeabile). Indicatorul permeabilitate este folosit în cadrul studiului de față pentru a exprima rolul de strat tampon al solurilor în raport cu transferul apelor poluate din teritoriul adiacent cursurilor de apă către acestea. Ținând cont de cele exprimate anterior, solurile impermeabile vor favoriza un transfer eficient (în proporție ridicată și cu viteză mai mare) a apei din suprafața “bufferului” către râuri, în timp ce solurile permeabile, în cazul cărora *infiltrația* este ridicată, vor frâna și reduce ca volum acest transfer, diminuând impactul potențial asupra apei râurilor și, implicit, asupra ecosistemului acvatic.

Detaliind, pe baza proporției pe care o ocupă nisipul, praful și argila în masa solului (fără humus, carbonați de calciu și săruri solubile), pot fi stabilite următoarele clase texturale: nisip (N), nisip lutos (U), lut nisipos (S), lut (L), lut argilos (T), argilă (A) (după ICPA, 1987). Primele două (cu variantele lor) formează **texturile grosiere**, ce au **permeabilitate ridicată**, următoarele două (cu variantele intermediare) **texturile mijlocii**, cu **permeabilitate medie**, iar ultimele două **texturile fine** (la fel, cu variante), cu **permeabilitate redusă** (vezi tabelul). Situația detaliată a acestora este prezentată în lucrarea “Metodologia elaborării studiilor pedologice”, 1987, partea a III-a. Există și situații speciale, mai exact **solurile cu textură variată** (diferențiată pe verticală, în cadrul profilului de sol), ce au fost încadrate în clasa de **permeabilitate scăzută** (vezi lucrarea A. Canarache, *Criterii și metode de caracterizare a permeabilității solului*, pp. 42-53, Știința solului, volumul XI, nr. 3, 1973) și **solurile organice** (turba), ce au fost încadrate în clasa de **permeabilitate ridicată**. (vezi lucrarea A. Canarache, *Fizica solurilor agricole*, Editura Ceres, București, 1990).

Pentru utilizarea acestui indicator în studiul de față se recurge la digitizarea tipurilor de sol la nivel național, la completarea tabelului de atribute cu date privind textura fiecărui tip, la încadrarea tipurilor de sol în funcție de textură pe clase texturale și la atribuirea unor valori claselor texturale. Pentru fiecare sector de râu indicatorul va primi valoarea aferentă tipului de sol aflat majoritar în zona de analiză.

**10. Intervențiile antropice în albie (baraje, diguri)** au consecințe directe asupra stării ecosistemelor de tip ape curgătoare. Regimul hidrologic este o caracteristică definitorie a unui ecosistem axat pe o apă curgătoare, astfel că o dată cu modificarea regimului hidrologic se modifică însuși ecosistemul respectiv. Hidrocentralele, microhidrocentralele, barajele reprezintă obstacole fizice în albie care în faza de construcție distrug părți ale ecosistemului. Ulterior, modifică funcționalitatea ecosistemului, alterând viteza de curgere a apei, volumul de apă prezent pe un anumit sector, dar totodată segmentând continuitatea habitatelor. Indicatorul surprinde prezența acestui tip de amenajare în albie. Se ia deasemenea în calcul prezența digurilor ca un factor de artificializare a ecosistemului acvatic. Digurile limitează capacitatea ecosistemelor de tip apă curgătoare de a-și forma zone adiacente importante funcțional, de exemplu pentru stocarea volumelor excesive rezultate din viituri, filtrarea apelor de suprafață sau ca zone de reproducere pentru diferite specii acvatice.

În vederea calculării valorii acestui indicator se va apela la intersectarea zonelor ripariene și a zonelor buffer cu stratele tematice cuprinzând barajele, digurile și celelalte elemente de interes. În funcție de tipul de impact și magnitudinea acestuia la nivelul râurilor se vor acorda scoruri diferențiate.

**11. Starea ecologică a corpurilor de apă** este un indicator extrem de important, întrucât este o sinteză a stării hidro-morfologice, chimice, fizico-chimice și biologice a ecosistemelor riverane, realizată în baza criteriilor indicate Anexa 5 a Directivei 2000/60/CE (*Water Framework Directive - WFD*).

În vederea stabilirii stării ecologice a corpurilor de apă se va apela la datele publice furnizate de Administrația Națională Apele Române pentru acest indicator. Acestea vor fi transpuse în format spațial și incluse drept criteriu în analiză, neexistând nici o modalitate de a suplini în alt mod analizele referitoare la starea chimică și starea biologică a corpurilor de apă, care este însă foarte importantă pentru identificarea stării generale a ecosistemelor reofile.

Baza de date s-a realizat prin asocierea stării ecologice, respectiv a potențialului ecologic al corpurilor de apă (râuri), extrase din datele incluse în planurile de management bazinale, segmentelor delimitate în cadrul prezente analize. Planurile de management bazinale conțin hărți



realizate pe baza acestor date spațializate, însă extragerea lor pe baza hărților este îngreunată de rezoluția, scara și complexitatea acestor hărți. Starea ecologică este clasificată pe cele cinci categorii prevăzute în Directiva Cadru Apă: foarte bună (1), bună (2), moderată (3), slabă (4), proastă (5). Pe baza datelor extrase din planurile de management bazinale, se atribuie o clasă de calitate corespunzătoare corpurilor de apă segmentate conform prezentei metodologii.

**12.Sinuozitatea** reflectă complexitatea morfologică a albiilor râurilor (gradul de meandrare, reflectat în alternanța de sectoare de depunere cu sectoare de eroziune), factor important în exprimarea gradului de diversitate a ecosistemului reofil. Astfel, cu cât un curs de apă are un traseu mai sinuos, cu atât varietatea condițiilor abiotice (maluri abrupte, renii, bancuri de nisip, sectoare mai umbrite și sectoare însorite etc.) este mai mare, premisă a unei biodiversități mai ridicate, conform principiului lui Whittaker, conform căruia „diversitatea naște diversitate” (Whittaker, 1972). În plus, sectoare rectilinii pe cursurile inferioare ale râurilor și în special în regiunile de câmpie sunt și indicii, de multe ori, ale sistematizării acestora pentru a genera mai mult teren direct utilizabil din perspectivă economică.

Sinuozitatea râurilor va fi calculată cu ajutorul extensiei *ArcHydro*, concepută special pentru analize referitoare la caracteristicile morfologice ale rețelei hidrografice.

Punctajele asociate fiecărui criteriu se regăsesc în tabelul 1.

Tabel 1 - Criterii utilizate în stabilirea gradului de degradare a ecosistemelor de ape curgătoare.

Criteriu	Valoare		Descriere
	Interval	Notă*	
<b>A – Indicatori ai teritoriului adiacent cursului de apă</b>			
<b>1. Gradul de antropizare al teritoriului adiacent cursului de apă</b>			
Zone antropice, cu impact ridicat asupra degradării apelor curgătoare (de ex: zone urbane dense, zone de exploatare, zone industriale)	0 - 5 %	1	Procentul de suprafață ocupat de zonele cu impact ridicat / impact mediu / impact scăzut asupra degradării apelor – calculat pe baza datelor referitoare la utilizarea terenurilor din zonele ripariene ale râurilor conform bazei de date APIA. Pentru fiecare segment de râu indicatorul evaluează procentul din suprafață zonei ripariene desemnate ocupat de respectiva categorie de utilizare.
	5 - 10 %	2	
	10 - 30 %	3	
	30 - 50 %	4	
	> 50 %	5	
Zone antropizate cu impact mediu asupra degradării apelor curgătoare (de ex: zone urbane cu densitate redusă, teren agricol irigat)	0 – 10 %	1	Pentru fiecare segment de râu indicatorul evaluează procentul din suprafață zonei ripariene desemnate ocupat de respectiva categorie de utilizare.
	10 – 25 %	2	
	25 – 50 %	3	
	50 – 75 %	4	
	> 75 %	5	
Zone antropizate cu impact scăzut asupra degradării apelor curgătoare (de ex: teren agricol neirigat, livezi, vii, vegetație modificată antropic)	0 – 20 %	1	După același model ca și criteriul 1 și aceiași bază de date
	20 - 40 %	2	
	40 – 60 %	3	
	60 – 80 %	4	
	> 80 %	5	
<b>2. Caracteristicile vegetației din zona ripariană</b>	0 – 10 %	5	După același model ca și criteriul 1 și aceiași bază de date
	10 – 25 %	4	
	25 – 50 %	3	
	50 – 75 %	2	
	> 75 %	1	
<b>3. Relația cu așezările umane</b>	nu traversează	0	Se stabilește în funcție de localitățile traversate de sectorul de râu, luându-se în calcul cele mai mari. BD – Copernicus, OSM, populate cu date despre numărul de locuitori din baza de date Tempo a INS
	traversează localități cu populație sub 10000 locuitori	1	
	traversează localități cu populație între 10000 și 150000 locuitori	3	
	traversează localități cu populație peste 150000 locuitori	5	



<b>4. Prezența stațiilor de epurare în raport cu așezările umane</b>	fără stații de epurare, cu așezări umane	5	Se stabilește în funcție de prezența de-a lungul sectorului de râu a unor stații de epurare a apelor uzate Baza de date a Agenției Europene de Mediu
	procesare primară, cu așezări umane	4	
	procesare secundară, cu așezări umane	3	
	procesare terțiară, cu așezări umane	2	
	fără stații de epurare, fără așezări umane	1	
<b>5. Prezența surselor majore de poluare</b>	Prezență	5	Se stabilește în funcție de prezența de-a lungul sectorului de râu a unor surse majore de poluare BD – conține obiectivele industriale majore conform directivelor SEVESO, IPPC și alte obiective cu potențial ridicat de degradare a ecosistemului apelor curgătoare; realizată pe baza planurilor de management bazinal, a rapoartelor de starea mediului și a altor surse de informare
	Absență	0	
<b>6. Lungimea rețelei de transport</b>			
Autostrăzi și drumuri europene	Nu traversează	0	Reprezintă raportul dintre lungimea drumurilor din respectiva categorie situate în cadrul zonei de analiză și raportate la suprafața acesteia (densitatea rețelei rutiere). Baza de date – rețeaua de transport – Open Street Map
	< 0.32 km/km <sup>2</sup>	1	
	0.32 – 1.24 km/km <sup>2</sup>	2	
	1.24 – 2.92 km/km <sup>2</sup>	3	
	2.92 – 5.94 km/km <sup>2</sup>	4	
	> 5.94 km/km <sup>2</sup>	5	
Drumuri naționale și județene	Nu traversează	0	
	< 0.6 km/km <sup>2</sup>	1	
	0.6 – 2.04 km/km <sup>2</sup>	2	
	2.04 – 4.17 km/km <sup>2</sup>	3	
	4.17 – 7.08 km/km <sup>2</sup>	4	

	> 7.08 km/km <sup>2</sup>	5	
Drumuri locale	Nu traversează	0	
	< 1.05 km/km <sup>2</sup>	1	
	1.05 – 2.97 km/km <sup>2</sup>	2	
	2.97 – 5.44 km/km <sup>2</sup>	3	
	5.44 – 8.42 km/km <sup>2</sup>	4	
	> 8.42 km/km <sup>2</sup>	5	
7. Arii protejate	Nu se suprapune	5	Procentul de suprafață din zona ripariană desemnată care se suprapune peste teritoriul unei arii protejate din cadrul rețelei naționale sau Natura 2000 de arii protejate. BD – EEA / Ministerul Mediului
	< 10 %	5	
	10 – 25 %	4	
	25 – 50 %	3	
	50 – 75 %	2	
	> 75 %	1	
<b>B - Indicatori ai substratului teritoriului adiacent cursurilor de apă</b>			
8. Panta	< 5 grade	1	Folosit la corectare prin înmulțire cu coeficientul aferent valorii de pantă predominante în arealul de analiză al fiecărui sector. BD – EU-DEM
	5.1 – 10 grade	1.1	
	10.1 – 25 grade	1.2	
	25.1 – 50 grade	1.3	
	> 50 grade	1.4	
9. Permeabilitatea solului	Texturi grosiere	0.7	Folosit la corectare prin înmulțire cu coeficientul aferent texturii predominante în arealul de analiză al fiecărui sector.
	Texturi mijlocii	0.8	
	Texturi fine	0.9	
<b>C – Indicatori asociați râurilor</b>			
10. Intervenții antropice în albie (baraje, diguri)	Prezența barajelor sau îndiguit pe >60% din lungimea sectorului	5	Se calculează raportând lungimea digurilor situate în zonele ripariene de analiză raportată la lungimea sectoarelor de râu
	Absență baraje, îndiguit pe 30-60% din lungimea sectorului	3	



	Absență baraje, îndiguit pe <30% din lungimea sectorului	1	(procente), la care se adaugă prezența / absența. Baze de date – ECRINS pentru baraje și bd derivată pe baza ortofotoplanurilor pentru diguri
	Absență baraje, neîndiguit	0	
<b>11. Starea ecologică a corpurilor de apă</b>	I	1	BD – derivată pe baza datelor publice Apele Române
	II	2	
	III	3	
	IV	4	
	V	5	
<b>D – Indicatori ai complexității morfologice a cursurilor de apă</b>			
<b>12. Sinuozitatea</b>	< 1.05	1.2	Calculat cu ajutorul extensiei ArcHydro din ArcGIS
	1.05 – 1.3	1.1	
	> 1.3	1	

\* pentru indicatorii 8, 9 și 12 în loc de notă este prezentat coeficientul de corectare

Având în vedere caracteristicile spațiale ale criteriilor incluse în analiză, o parte din acestea vor fi calculate direct pentru sectorul de râu, celelalte pentru zona de interes stabilită în proximitatea acestora. Astfel, odată calculate valorile tuturor criteriilor, ele vor fi toate transferate ca atribute ale liniilor reprezentând cursurile de apă. În acest scop se va utiliza coloana ID\_rau, în care pentru fiecare segment de râu corespunde un identificator unic și care a fost transferată și zonelor ripariene în momentul creării lor.

## 6. Integrarea valorilor indicatorilor prin analiză multicriterială

Analiza multicriterială reprezintă o metodă de evaluare a cărei utilizare se pretează la o gamă largă de probleme, incluzând cuantificarea impacturilor generate de un stimul la nivel economic, social și / sau de mediu, ierarhizarea unor alternative (în cazul analizei noastre sectoarele de râu) în funcție de diferite criterii, evaluarea progresului înregistrat în implementarea unor obiective (Munier, 2014).

Degradarea ecosistemelor apelor curgătoare a fost cuantificată utilizându-se un proces de ierarhizare analitică ce a luat în considerare indicatori referitori la teritoriul adiacent cursului de apă, indicatori asociați râurilor și indicatori ai complexității morfologice a cursurilor de apă.

Toate analizele multicriteriale prezintă un model comun: definirea alternativelor ce trebuie ierarhizate (sectoarele de râu și zonele adiacente), identificarea criteriilor care vor influența rezultatul (tabelul 2), desemnarea greutăților criteriilor (tabelul 3) și normalizarea valorilor (conform notelor din tabelul 2) și determinarea valorilor finale (Convertino et al., 2013).

Criteriul reprezintă un parametru utilizat pentru cuantificarea contribuției unui atribut în caracterizarea unei situații existente sau susceptibile de a se materializa. Nu există proceduri standard pentru determinarea numărului și al claselor de criterii ce trebuie folosite într-o analiză, alegerea acestora bazându-se pe metoda „expert’s opinion” DELPHI (Munier, 2014; Iojă et al., 2014).

Procesul de ierarhizare analitică a criteriilor se bazează pe compararea criteriilor două câte două (metoda pair-wise) și stabilirea importanței relative a unuia față de celălalt. Scara folosită în acest proces corespunde intervalului de la 1 (ambele criterii au aceeași importanță) la 9 (un criteriu este clar preferat în raport cu un altul). După stabilirea importanței relative pentru fiecare pereche de criterii se calculează media geometrică pentru micșorarea diferențelor inițiale existente între valori, iar rezultatul se raportează la suma mediilor geometrice pentru a se obține greutatea. Suma greutății criteriilor este întotdeauna 1, iar acestea pot fi exprimate în procente pentru facilitarea analizei.

Au fost realizate 2 analize multicriteriale independente – una pentru categoria A de indicatori - *Indicatori ai teritoriului adiacent cursului de apă* și una pentru categoria C - *Indicatori asociați râurilor* (vezi tabelul 2 și tabelul 3).

După stabilirea greutății criteriilor, fiecare dintre acestea a fost cuantificat direct sau prin intermediul unei serii secundare de indicatori. Pentru criteriile pentru care s-au definit mai mulți indicatori secundari (criteriile 1 și 6) s-a realizat câte o analiză multicriterială secundară, similară celei descrise anterior, pentru a stabili greutatea acestor indicatori în calcularea scorului final al criteriului.



Pentru a crește gradul de obiectivitate al analizei multicriteriale, fiecare expert a realizat analiza individual, iar rezultatele au fost coroborate. De asemenea, analiza multicriterială a fost refăcută după calcularea valorilor tuturor indicatorilor la nivel național și după realizarea etapei de validare în teren.

Tabel 2 – Greutățile criteriilor utilizate în cadrul analizei multicriteriale pentru categoria A de indicatori - Indicatori ai teritoriului adiacent cursului de apă

Nr. Crt.	Criteriu	Greutate
1	Gradul de antropizare al teritoriului adiacent cursului de apă	0.330353
	1a	0.19073
	1b	0.0825
	1c	0.05712
2	Caracteristicile vegetației din zona ripariană	0.10631
3	Relația cu așezările umane	0.12141
4	Prezența stațiilor de epurare în relație cu așezările umane	0.10551
5	Prezența surselor majore de poluare	0.2662
6	Lungimea rețelei de transport	0.03489
	6a	0.01449
	6b	0.01383
	6c	0.00656
7	Arii protejate	0.03533

Tabel 3 - Greutățile criteriilor utilizate în cadrul analizei multicriteriale pentru categoria C de indicatori - Indicatori asociați râurilor

Nr. Crt.	Criteriu	Greutate
10	Intervenții antropice în albie	0.24792
11	Starea ecologică a corpurilor de apă	0.75208

După calcularea valorilor tuturor indicatorilor care definesc criteriile, pentru indicatorii 1-7 și 10-11 acestea au fost standardizate prin transformarea valorilor obținute în relație cu o scară standard 0-5 (coloana *Nota* din tabelul 1). Scorul parțial pentru fiecare criteriu se obține înmulțind greutatea criteriului respectiv cu valoarea calculată și standardizată.

Pentru criteriile 8, 9 și 12 valoarea calculată este transformată într-un coeficient de corectare.

Coeficienții de corectare corespunzători criteriilor 8 și 9 se vor folosi pentru corectarea valorilor (prin înmulțire) indicatorilor 1,2,3,5,6 din categoria A (valorile indicatorilor 4 și 7 nu vor fi corectate deoarece nu sunt influențate de valorile pantei și permeabilității solului), iar cei corespunzători criteriului 12 pentru corectarea valorilor indicatorilor 10-11 din categoria C.

Scorul specific fiecărui sector de râu se obține prin însumarea valorilor corectate ale indicatorilor 1,2,3,5,6 din categoria A și 10-11 din categoria C și necorectate ale indicatorilor 4 și 7 din categoria A.

Scorurile finale obținute pentru fiecare sector de râu evidențiază gradul de degradare care îl caracterizează. Cu cât valoarea este mai mică, cu atât sectoarele respective de râu se află într-o stare mai apropiată de starea naturală, iar cu cât valoarea crește, gradul lor de degradare se accentuează.

Scorul maxim ce poate fi obținut în cadrul analizei este 12.33. Scorul maxim ce a fost obținut la nivel național este 8.99.

În final valorile obținute sunt divizate în 3 clase corespunzătoare stărilor naturală, semidegradată și degradată. Valorile alese pentru praguri sunt 2.7625 ca limită superioară pentru segmentele în stare naturală și 4.3268 ca limită superioară pentru segmentele în stare semi-degradată. Astfel au rezultat 5182 segmente de râu în stare naturală (29.72%), 8865 segmente de râu în stare semi-degradată (50.84%) și 3390 segmente de râu în stare degradată (19.44). Stabilirea pragurilor s-a realizat pe baza indicatorului de corelație între starea ecologică și starea de degradare a ecosistemelor reofile.

Fluxul metodologic este prezentat sintetic în figura 18.



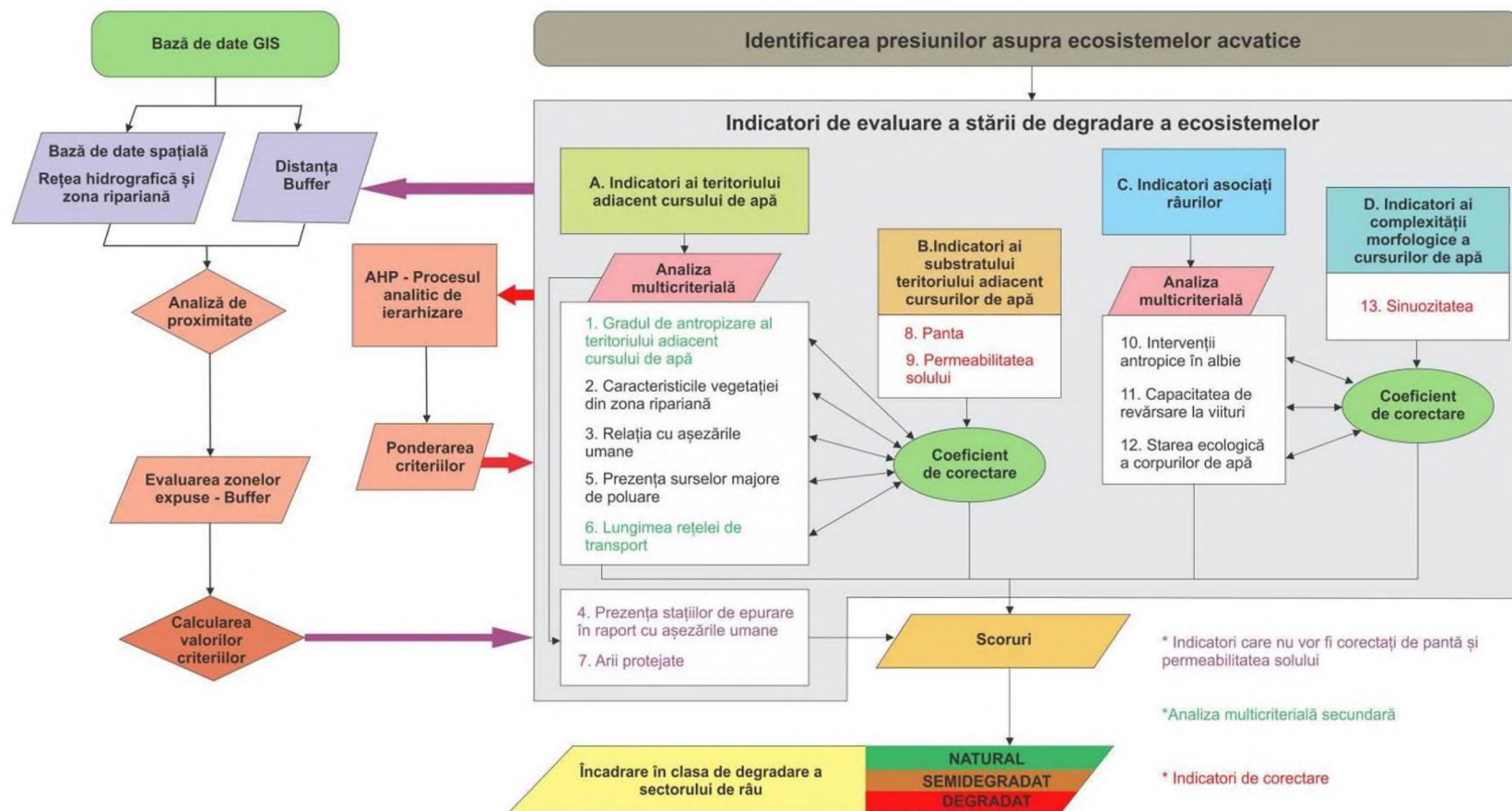


Fig. 18 – Fluxul metodologic în vederea evaluării stării de degradare a ecosistemelor apelor curgătoare

## 7. Limitări și elemente contextuale importante pentru înțelegerea și utilizarea rezultatelor obținute

- Timpul, resursele financiare, umane și tehnice alocate desfășurării activităților, obținerii rezultatelor și validării acestora, mărimea teritoriului de analiză, dar și tipologia contractului de cercetare nu au permis o abordare bazată pe campanii de teren extensive;
- Segmentarea pe sectoare a cursurilor de apă și selectarea criteriilor folosite în analiză s-au bazat pe disponibilitatea surselor de date, pe repere bibliografice, iar acolo unde acestea nu au fost suficient de relevante, pe experiența membrilor echipei proiectului;
- În lipsa datelor de caracterizare a mediului acvatic menite să stea la baza împărțirii ecosistemelor reofile în cele 3 clase de calitate (naturale, semidegradate și degradate), s-a recurs la alternativa căutării și integrării printr-o analiză multicriterială a unor parametri relevanți ai cursurilor de apă și ai teritoriului adiacent acestora, pentru care sunt disponibile și baze de date publice, cu referință spațială;
- Datele disponibile pe care se bazează metodologia de față sunt date publice, majoritatea centralizate la nivelul instituțiilor europene, având uneori un nivel de generalizare destul de mare (e.g. date vector privind sursele majore de poluare) și o rezoluție a rasterelor de ordinul zecilor de metri, fapt ce implică, inevitabil, raportarea doar la acele informații ce pot fi astfel reprezentate;
- În lipsa resurselor de timp și tehnice, validarea în teren a implicat doar verificarea corespondenței dintre realitate și imaginea rezultată din bazele de date utilizate în analiză.
- Există elemente care ar putea avea influență asupra stării de degradare a cursurilor de apă și care nu au fost incluse în analiză deoarece nu există baze de date la nivel național (ex. prezența speciilor invazive, depozitele necontrolate de deșeuri) și care ar trebui incluse în studii de fezabilitate la scară locală realizate ulterior.
- Nivelul de actualitate al analizei este direct dependent de actualitatea bazelor de date utilizate. Baza de date APIA, de exemplu, folosită pentru utilizarea terenurilor, este realizată între 2001 și 2010 în funcție de zonă. Ea a fost actualizată ulterior în diferite zone, dar informațiile despre aceste actualizări lipsesc din baza de date spațială. Aceiași situație este caracteristică și altor baze de date, ele nefiind actualizate la nivelul anului 2017.



## Bibliografie

- Benke A.C., Chaubey I., Ward G.M., & Dunn E.L. 2000.** Flood Pulse Dynamics of an Unregulated River Floodplain in the Southeastern U.S. Coastal Plain. *Ecology* 81: 2730-2741.
- Chapman J.L., Reiss M.J. 1998.** *Ecology: principles and applications*. Cambridge University Press derivati dall'IFF per la caratterizzazione ed il monitoraggio degli ambienti fluviali, *Biologia Ambientale* 19(1): 161-164.
- Conventino M., Baker K.M., Volgel J.T, Lu C., Suedel B., Linkov I. 2013.** Multi-criteria decision analysis to select metrics for design and monitoring of sustainable ecosystem restoration, *Ecological Indicators* 26: 76-86.
- Dumitru et. all 2011,** *Monitoringul stării de calitate a solurilor din România*, Editura Sitech, Craiova.
- Dyson M., Bergkamp G., Scanlon J. (eds). 2003.** *Flow. The Essentials of Environmental Flows*. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. xiv + 118 pp.
- Ghazoul J., Burivalova Z, Garcia-Ulloa J., King LA. 2015.** Conceptualizing forest degradation. *Trends in Ecology & Evolution* 30: 622–632.
- Gregory S.V., Swanson F.J., McKee W.A. 1991.** An ecosystem perspective of riparian zones. *BioScience* 40: 540–551.
- Gurnell A. 2014.** Plants as river system engineers. *Earth Surf. Process. Landforms* 39: 4–25.
- Heymann Y., Steenmans Ch., Croisille G., Bossard M. 1994.** CORINE land cover. Technical guide. Luxembourg (Office for Official Publications of European Communities).
- Iojă I.C., Niță M.R., Vânău G.O., Onose D.A., Gavrilidis A.A. 2014.** Using multi-criteria analysis for the identification of spatial land-use conflicts in the Bucharest Metropolitan Area, *Ecological Indicators* 42: 112-121.
- Kemp R. 2001.** Implementation of the Urban Waste Water Treatment Directive (91/271/EEC) in Germany, the Netherlands, Spain, England and Wales. The tangible results. *Eur. Env.* 11: 250–264.
- Maltby E., Hogan D.W., Mcinnes R.J. 1996.** Functional analysis of European wetland ecosystems. Phase 1 (FAEWE), *Ecosystems Research Report No. 18*, Brussels, Luxembourg.
- Melnyk A., Kuklińska K., Wolska L., Namieśnik J. 2014.** Chemical pollution and toxicity of water samples from stream receiving leachate from controlled municipal solid waste (MSW) landfill. *Environmental Research* 135: 253-261.
- Munier N. 2014.** *Multicriteria Environmental Assessment. A Practical Guide*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Naiman R.J., Décamps H. 1997.** The ecology of interfaces—riparian zones. *Annual Review of Ecology and Systematics* 28: 621–658.
- Onose, D. A., Niță M. R., Ciocănea C. M., Pătroescu M., Vânău G. O., Bodescu F. 2015.** Identifying critical areas of exposure to environmental conflicts using expert opinion and multi-criteria analysis. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*, 10, 11, 15-28
- Pișota I, Zaharia L, Diaconu D. 2005.** *Hidrologie*. Editura Universitară. București.
- Roth R. 2009.** *Freshwaters aquatic bioms*, Westport, CT: Greenwood Press.
- Shorshani F., Bonhomme C., Petrucci G., André M., Seigneur C. 2014.** Road traffic impact on urban water quality: a step towards integrated traffic, air and stormwater modelling. *Environ. Sci. Pollut. Res. Int.* 21(8): 5297-5310.

**Shukla S., Khire M.V., Gedam S.S. 2013.** Effects of Increasing Urbanization on River Basins - State of Art. *International Journal of Engineering Research & Technology* 2(12): 2742-2747.

**Siligardi M. (coord.). 2007.** *Indice di Funzionalità Fluviale*, Trento: Lineagrafica Bertelli Editori.

**Siligardi M., Maiolini B. 1990.** Prima applicazione di un nuovo indice di qualità dell'ambiente fluviale, In: P. La Spada (Ed.). *Atti del Convegno "AMBIENTE '91"*. 4-5 ottobre 1990, Terme di Comano (TN). Provincia Autonoma di Trento, Servizio Ripristino e Valorizzazione Ambientale. Trento: 147-177.

**Siligardi M., Maiolini B. 1993.** L'inventario delle caratteristiche ambientali dei corsi d'acqua alpini: guida all'uso della scheda RCE-2, *Biologia Ambientale* VII(2): 18-24.

**Swanson F.J., Gregory, S.V., Sedell, J. R., Campbell, A.G. 1982.** Land-water interactions: *The riparian zone. In Analysis of Coniferous Forest Ecosystems in the Western United States*. Stroudsburg, PA: Hutchinson Ross.

**Tu J. 2011.** Spatially varying relationships between land use and water quality across an urbanization gradient explored by geographically weighted regression. *Appl. Geogr.* 31: 376-392.

**Wigington Jr. P.J., Beschta R.L. (eds.). 2000.** *Riparian Ecology and Management in Multi-Land Use Watersheds.*, Amer. Water Resour. Assoc., Middleburg, VA.

**Whittaker R.H. 1972.** Evolution and measurement of species diversity. *Taxon* 21: 213-251.

#### **Alte surse:**

Institutul Național de Statistică. (2012). *Recensământul populației și al locuințelor*  
National Academy of Sciences. 2002. *Riparian Areas – Functions and Strategies for Management*, Washington: National Academic Press.

Copernicus Initial Operations 2011-2013 Land Monitoring Service Local Component: Riparian Zones. Riparian Zones extent along the European river network, covering Strahler levels 3 to 8.

EU-HYDRO Validation Report, Issue 1.1, GMES Initial Operations / Copernicus Land monitoring services- Validation of products, 2017. <http://land.copernicus.eu/user-corner/technical-library/eu-hydro-validation-report>

\*\*\*, 1987, *Metodologia elaborării studiilor pedologice*, Partea a III-a, ICPA București

<http://land.copernicus.eu/user-corner/publications/eu-hydro-flyer/view>

#### **Context legislativ:**

- Convention on Biological Diversity - CBD, Rio de Janeiro, 1992.
- Council Directive 91/271/EEC of 21 May 1991 concerning urban waste-water treatment.
- Delivering Alien Invasive Species In Europe - DAISIE, 2010.
- Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy (Water Framework Directive - WFD).
- Ramsar Convention (Convention on Wetlands). Ramsar - Iran, 1971.
- The Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC.  
Reducing emissions from deforestation and forest degradation – REDD.