

RAPORT

privind prezentarea rezultatelor proiectului RENewLand

Decembrie 2025



EPG



HUN
REN

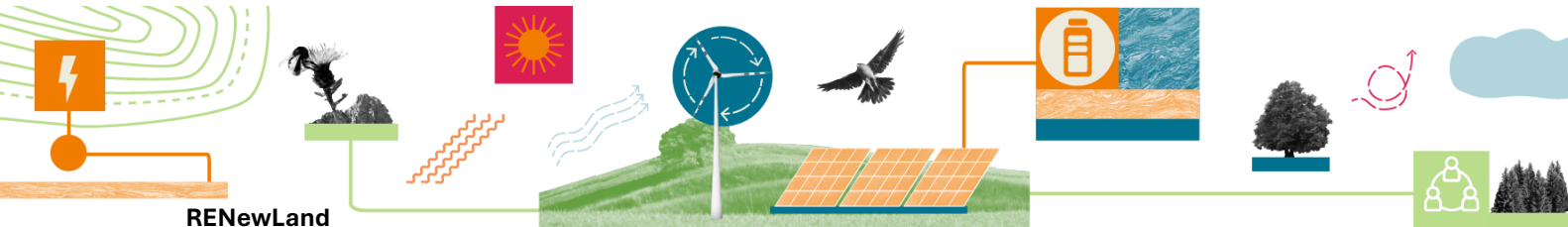


Supported by:

Federal Ministry
for the Environment, Climate Action,
Nature Conservation and Nuclear Safety

on the basis of a decision
by the German Bundestag





Introducere

Acest raport rezumă rezultatele [proiectului RENewLand](#), care sprijină identificarea zonelor de accelerare a energiei regenerabile (Renewable Acceleration Areas - RAA) în urma unui exercițiu de planificare teritorială, în conformitate cu Directiva UE privind energia regenerabilă (RED III). Utilizând sisteme de informații geografice (GIS) și metode de luare a deciziilor pe baza mai multor criterii (MCDM), proiectul a dezvoltat o abordare armonizată pentru localizarea zonelor adecvate pentru utilizarea energiei solare și eoliene onshore, în Ungaria, România și Bulgaria.

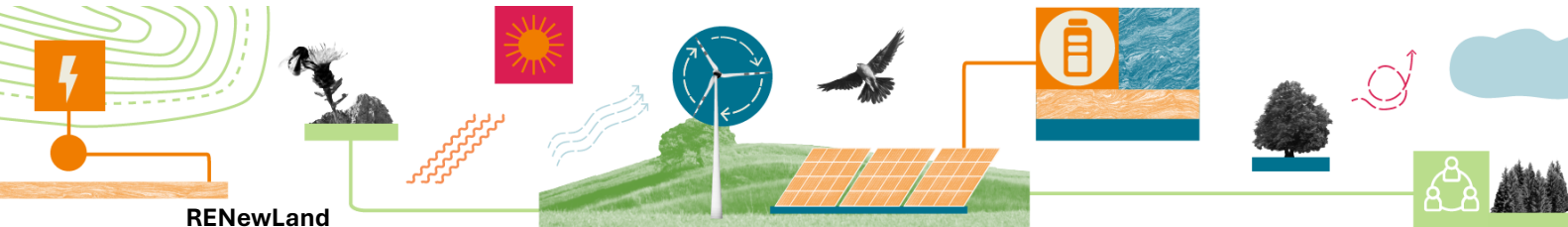
Raportul prezintă principalele etape metodologice, inclusiv selectarea și ponderarea factorilor de mediu, tehnici și socio-economici, precum și analiza spațială care a ghidat cartografierea RAA. Concluziile evidențiază modele clare în zonele pilot, cum ar fi faptul că porțiuni mari de teren arabil neirigat s-au dovedit a fi adecvate atât pentru energia eoliană, cât și pentru energia solară, ceea ce ridică noi considerente. Analizele au identificat, de asemenea, diferențe substanțiale între regiuni, cum ar fi potențialul ridicat pentru energia solară în Prahova și Ruse (Bulgaria) sau potențialul eolian limitat în Kapuvár (Ungaria) din cauza zonelor extinse de conservare. Împreună, aceste rezultate oferă informații practice, specifice locației, care pot ghida autoritățile naționale și regionale în identificarea zonelor în care extinderea energiei regenerabile este atât fezabilă, cât și durabilă.

Raportul detaliază în continuare lecțiile și recomandările care trebuie luate în considerare în procesele oficiale de desemnare a RAA, pe baza validării locale a rezultatelor în zonele pilot.

Rezumat

Scopul acestei analize este de a oferi îndrumări cuprinzătoare pentru delimitarea potențialelor zone de accelerare a energiei regenerabile (RAA) folosind metode științifice. Procesul de delimitare se bazează pe o evaluare combinată a mai multor factori spațiali de influență, care împreună determină locația zonelor adecvate. Zonele de studiu trebuie definite astfel încât să fie suficient de eterogene pentru a permite investigații complexe și să dispună de date spațiale accesibile care să descrie atât obiectele din zonă, cât și fenomenele geografice care au loc acolo.

Un pas critic este identificarea factorilor de influență care trebuie luați în considerare în studiu, care includ aspecte tehnice, de mediu, sociale și economice. Colectarea datelor necesare și a straturilor GIS pentru acești factori poate reprezenta o provocare semnificativă. Determinarea distanțelor de protecție (zone tampon) și atribuirea de ponderi factorilor de adecvare ar trebui să fie realizate în colaborare de o echipă



multidisciplinară de experți pentru a asigura coerența. Straturile GIS din diferite surse trebuie apoi prelucrate, transformate și unificate printr-un proces metodologic în mai multe etape, analiza fiind efectuată de un expert GIS utilizând software-ul adecvat. Rezultatele sunt prezentate cartografic, evidențiind zonele cele mai potrivite pentru desemnarea ca RAA.

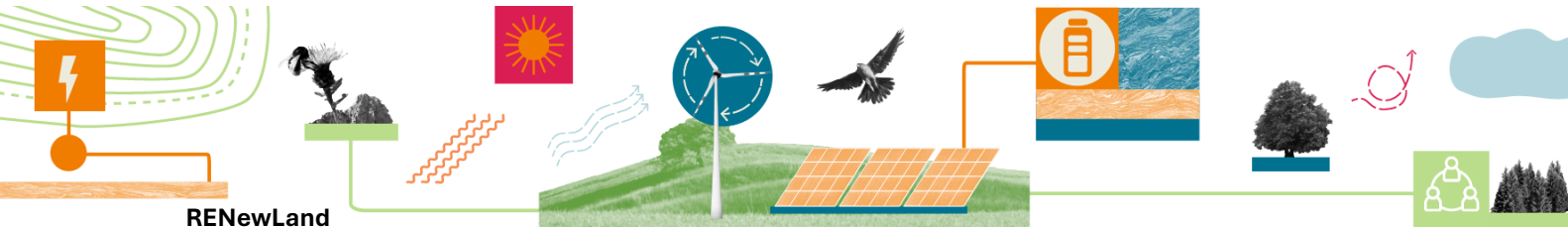
Cu toate acestea, din cauza limitărilor în accesarea anumitor seturi de date și a necesității unei abordări unificate în cele trei țări de implementare – România, Ungaria și Bulgaria – metodologia și hărțile rezultate nu au inclus mai multe criterii importante. Unul din criteriile ce nu au putut fi luate în considerare este cel aferent identificării suprafețelor artificiale, cum ar fi zonele urbane, acoperișurile, depozitele și platformele industriale; un altul privește coridoarele ecologice recunoscute de comunitatea științifică, dar care nu sunt încă desemnate oficial; sau clasele de bonitate ale terenurilor agricole (toate terenurile agricole au fost incluse ca zone potențiale de accelerare, deși în unele țări, cum ar fi România, numai terenurile neproductive sau degradate pot fi utilizate în mod legal în scopul producerii de energie regenerabilă); regimurile de proprietate care disting terenurile publice de cele private; și suprafețele deja ocupate de proiecte de infrastructură regenerabilă (instalațiile solare sau eoliene). În plus, zonele tampon aplicate pentru anumite tehnologii sau obiective pot diferi de cele prevăzute în prezent în legislația națională, deoarece au fost armonizate la nivel regional pentru toate cele trei țări.

În concluzie, consorțiul proiectului recomandă ca instrumentele și rezultatele proiectului RENewLand să fie considerate o bază solidă pentru procesul oficial de cartografiere și desemnare a zonelor de accelerare pentru energia solară și eoliană terestră la nivel național. Pe această bază, va fi necesară integrarea suplimentară a tuturor criteriilor relevante specifice fiecărei țări și respective fiecărei zone, inclusiv cele menționate mai sus, pentru a se asigura că zonele de accelerare sunt desemnate într-un mod conform din punct de vedere legal și adecvat contextului local.

Selectarea zonei de studiu

Selectarea unei zone de studiu începe cu identificarea factorilor cheie care trebuie evaluați. În practică, însă, alegerea este adesea determinată de disponibilitatea și accesibilitatea datelor relevante, de procesele sociale și de mediu care se desfășoară în regiune sau de prezența unor caracteristici care fac ca zona să fie deosebit de importantă în comparație cu alte zone din țară.

În cadrul proiectului RENewLand, experții au luat în considerare mai multe elemente la definirea zonelor de studiu, inclusiv potențialul de energie regenerabilă, distribuția zonelor protejate și neprotejate, prezența infrastructurii rețelei electrice și alți factori care ar putea influența calitatea analizei. În România au fost selectate două zone de studiu, respectiv județele Brașov și Prahova, pentru a se asigura că metodologia poate fi validată într-o gamă mai largă de condiții de utilizare a terenurilor.

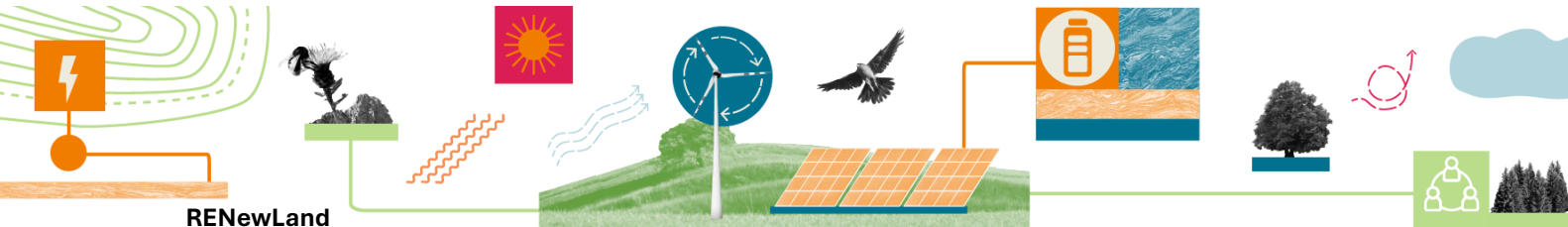


Selectarea factorilor de adecvare și colectarea datelor spațiale asociate

Evaluarea adecvării unui amplasament începe cu identificarea factorilor care influențează fie succesul unei investiții, fie impactul potențial al acesteia asupra mediului și comunității locale. Acești factori pot descrie obiecte specifice (de exemplu, clădiri), o zonă mai largă (cum ar fi habitatele speciilor) sau un fenomen spațial (cum ar fi modelele demografice). Atunci când se selectează acești factori, este important să se determine factorii critici și cei mai puțin importanți, fără de care evaluarea poate conduce în continuare la rezultate fiabile. În același timp, numărul factorilor trebuie de asemenea luat în considerare cu atenție, deoarece fiecare criteriu suplimentar crește complexitatea și cerințele de resurse ale analizei.

Odată ce au fost selectați toți factorii necesari, experții trebuie să colecteze datele pentru a-i descrie. Unele seturi de date pot exista deja sau pot fi deținute de autoritățile publice la nivel european, național sau local, în timp ce altele pot fi gestionate de instituții de cercetare sau ONG-uri. În unele cazuri, trebuie ca datele să fie achiziționate de la furnizori specializați sau generate de echipa de proiect prin sondaje pe teren sau prin prelucrarea surselor proxy. Colectarea datelor spațiale poate fi un proces îndelungat, care merită să i se dedice suficient timp pentru a se adapta la lacunele în disponibilitatea datelor, fie prin identificarea unor seturi de date alternative, fie prin înlocuirea anumitor factori cu alții comparabili.

În cadrul proiectului RENewLand, experții care au elaborat metodologia au propus 34 de factori (criterii) de adecvare a terenurilor, care sunt detaliați în metodologia proiectului. Cu toate acestea, din cauza constrângerilor proiectului, precum și a dificultăților în colectarea de date comparabile pentru toate cele trei țări, doar un sfert din acești factori au fost luați în considerare în analiza propriu-zisă. Factorii incluși au fost următorii: accesibilitatea rețelei electrice, liniile feroviare, distanța față de rețeaua rutieră și aeroporturi, viteza medie a vântului și radiația globală, panta terenului, densitatea populației de păsări sălbatice, apele de suprafață și zonele umede, vegetația valoroasă (păduri și pajiști de înaltă valoare naturală), ariile naturale protejate, zonele locuite și alte zone construite, alte categorii de utilizare a terenurilor (de exemplu, terenuri degradate) și factor socio-economici (populația, bugetele de venituri și cheltuieli, execuția bugetară municipală). Deoarece nu erau disponibile date pentru punctele de conectare la rețea în toate cele trei țări participante, s-a utilizat ca substitut topologia rețelei electrice de înaltă tensiune.



Determinarea distanțelor de siguranță și a distanțelor graduale

Pentru unii factori de adecvare a terenului, a fost necesară stabilirea unor distanțe de protecție, asigurându-se astfel că obiectul sau zona geografică dată va fi exclusă în mod adecvat de la posibile perturbări cauzate de construcția și exploatarea de noi instalații de energie solară sau eoliană. Aceste zone tampon protejează de obicei fauna sălbatică și populația umană, precum și alte obiective strategice. Orice locație care se încadrează într-o astfel de distanță definită este, prin urmare, considerată nepotrivită pentru dezvoltare.

În unele cazuri, adecvarea nu a fost doar restricționată, ci și clasificată: de exemplu, zonele au devenit din ce în ce mai favorabile pe măsură ce distanța față de zonele naturale protejate creștea, încurajând dezvoltatorii să acorde prioritate siturilor mai îndepărtate. În schimb, zonele mai apropiate de rețeaua electrică au fost mai apreciate din perspectiva investițiilor. În mod similar, zonele caracterizate de viteze mai mari ale vântului sau de iradiere, precum și așezările aflate într-o situație economică mai puțin favorabilă, au primit o evaluare din ce în ce mai favorabilă. Distanțele de protecție și avantajele graduale au fost stabilite în comun de către partenerii consorțiului de proiect (luând în considerare recomandările metodologice). A se vedea tabelul 1.

Turbine eoliene	Distanța (m) față de / alt prag															
Scor de adecvare	Rețea electrică	Drumuri principale	Căi ferate	Aeroport uri	Viteza medie a vântului (m/s)	Panta terenului (°)	Densitatea spațială a păsărilor (%)	Corpuri de apă	Zone umede	Vegetatie vegetație	Protejate Zonele naturale	Zone locuite	Alte zone construite zone	Terenuri arabile	Podgorii și livezi	Economie (€/cap de locuitor, %)
Zone excluse (0)		0	0	0-3500		> 15		0-500	0-500	0-250	0-1500	0-700	0-250		X	
1	10000 <	10000 <			< 3		80 <				1500-1600					80 <
2	8000-10000	8000-10000			3-4	13				250-300	1600-1700					
3	7000-8000	7000-8000			4-5						1700-1800					
4	6000-7000	6000-7000			5-6	11-13	79-60			300-350	1800-1900					50-80
5	50	5000-6000			6						1900-2000					
6	4000-5000	4000-5000			7-8	9-11				350-400	2000-2100					
7	3000-4000	3000-4000			8-9		59				2100-2200			X		25
8	2000-3000	2000-3000			9-10	5-9				400-450	2200-2300					
9	1000-2000	1000-2000			10-11						2300-2400					
10	0-1000	250-1000			11 <	0	0-39			450 <	2400 <					0-25
Energie solară fotovoltaică	Distanța (m) față de / alt prag															
Zone excluse (0)		0	<			> 15		0-500	0-500	0-250	0-500	X	X			
1	10000 <	10000 <		nu este relevant	< 1100		nu este relevant				500-600				X	80 <
2	8000-10000	8000-10000			1100-1150	13				250	600-700					
3	7000-8000	7000-8000			1150-1200						700-800					
4	6000-7000	6000-7000			1200-1250	11-13				300-350	800-900					50
5	5000-6000	5000-6000			1250-1300						900-1000					
6	4000-5000	4000-5000			1300-1350	9-11				350	1000-1100					
7	3000-4000	3000-4000			1350-1400						1100-1200					25
8	2000-3000	2000-3000			1400-1450	5-9				400-450	1200-1300					
9	1000-2000	1000-2000			1450-1500						1300-1400					
10	0-1000	50-1000			1500 <	0-5					450 <	1400 <			X	

X: În cadrul suprafeței totale proprii

Tabelul 1: Factori de adecvare, zone tampon și valori de adecvare treptată pentru dezvoltarea parcurilor de turbine eoliene și panouri fotovoltaice

Ponderarea factorilor de adecvare utilizând un proces decizional multicriterial

Factorii individuali de adecvare primesc ponderi diferite în metodologie. Metoda permite supraevaluarea anumitor aspecte; de exemplu zonelor naturale protejate li s-a acordat o pondere mai mare. Pentru a determina importanța relativă a aspectelor care determină ponderea factorilor individuali într-un mod consecvent, s-a utilizat o procedură de luare a deciziilor multicriteriale. Funcționarea procedurii este descrisă în detaliu și cu rigoare științifică în [studiul metodologic HUMEA](#). Este important ca aceste ponderi să poată fi interpretate și să fie pregătite numai pentru acei factori care pot fi caracterizați prin favorabilitate graduală pe baza distanței sau a altor valori, deoarece ponderea este utilizată pentru a evalua gradul de adecvare. Factorii care interzic noi investiții numai în propria lor zonă (de exemplu, liniile de cale ferată) nu au fost ponderați datorită rolului lor. În timpul analizei, această etapă metodologică oferă cele mai multe oportunități de a modela și ajusta procesul în funcție de necesități. Cu cât echipa de profesioniști este formată din mai mulți experți din diferite domenii științifice, cu atât evaluarea poate fi mai detaliată.

În cadrul proiectului RENewLand, acești factori de ponderare au fost determinați în mod iterativ, cu ajutorul și acordul unei game largi de parteneri din consorțiu (Tabelul 2). Experții din diverse domenii au oferit posibilitatea de a stabili ponderi raționale pentru factori. În cadrul proiectului, au fost create două ponderi separate și zone tampon pentru vânt și respectiv soare, spre deosebire de scenariile multiple propuse în studiul HUMEA.

Pentru a determina factorii de ponderare din tabelul 2, s-a utilizat un proces ierarhic analitic (AHP). După cum se descrie în raportul HUMEA, AHP este o metodă structurată care clasifică mai multe criterii prin comparații perechi, utilizând o scară de importanță relativă. Un raport de consistență ($CR < 0,1$) asigură fiabilitatea acestor comparații.

Pentru uniformitate, partenerii au adoptat o scară simplificată: 1-5 pentru comparații pozitive și 1-1/5 pentru cele negative. Acest lucru a redus variațiile extreme, păstrând în același timp diferențele semnificative. Cadrul de ponderare a fost conceput pentru a pune accentul pe criteriile de mediu, menținând în același timp acceptarea părților interesate, iar criteriile au fost grupate pe trei categorii: de mediu, tehnice și socio-economice.

Criteriile de mediu au primit cea mai mare pondere datorită importanței lor pentru zonele de accelerare a energiei regenerabile (RAA). În cadrul criteriilor tehnice, potențialul RES a ocupat primul loc, urmat de proximitatea față de punctele de conectare la rețea și panta terenului, toate esențiale pentru fezabilitate și implementare în timp util. Criteriile socio-economice au reflectat rolul RAA în sprijinirea regiunilor mai puțin dezvoltate și îmbunătățirea acceptării publice. Aceste ponderi au fost adaptate special pentru RAA, unde procedurile simplificate de autorizare justifică acordarea unei importanțe mai mari considerentelor de mediu.

Turbine eoliene		Energie solară fotovoltaică	
Punct de conectare la rețea	0,096	Punct de conectare la rețea	0,135
Apropierea de drumuri	0,038	Apropierea de drumuri	0,048
Viteza medie a vântului	0,130	Iradiere orizontală globală	0,104
Panta terenului	0,047	Panta terenului	0,073
Densitatea spațială a populației de păsări	0,193	Vegetație valoroasă	0,210
Vegetație valoroasă	0,168	Zone naturale protejate	0,249
Arii naturale protejate	0,195	Zone preferabile pentru utilizarea terenurilor	0,117
Zone preferabile pentru utilizarea terenurilor	0,072	Indicator economic	0,065
Indicator economic	0,060		

Tabelul 2: Ponderi ale importanței factorilor de adecvare

Pregătirea datelor spațiale

Chiar și datele GIS considerate inițial uniforme pot, în realitate, să difere semnificativ în ceea ce privește proprietățile lor. Acest lucru afectează adesea acuratețea geografică a datelor, fiabilitatea sau actualitatea datelor descriptive din tabelul de atribute sau, în cazul datelor raster, rezoluția. Din acest motiv, datele provenite din surse diferite trebuie standardizate înainte de a putea fi efectuate analize. Astfel de sarcini includ transformarea tuturor seturilor de date într-un sistem de proiecție comun, standardizarea rezoluției raster și omogenizarea straturilor (de exemplu tratarea diferitelor categorii de arii protejate naționale ca o singură categorie).

Proiectul RENewLand s-a confruntat cu numeroase obstacole de acest fel, iar pregătirea nu a fost întotdeauna posibilă. Pentru anumite seturi de date, cum ar fi straturile de utilizare a terenurilor și de acoperire a terenurilor, echipa de proiect a fost nevoită să renunțe la datele de înaltă calitate ale unei zone de studiu și să utilizeze în schimb o bază de date paneuropeană, pentru a asigura coerența între zonele de studio la nivelul proiectului.

Definirea criteriilor de excludere pentru energia eoliană și solară în zonele de accelerare a energiei regenerabile

Odată ce straturile GIS sunt pregătite, trebuie definite zonele de protecție și adecvarea treptată bazată pe distanță sau localizare, iar valorile de ponderare dezvoltate anterior trebuie aplicate straturilor corespunzătoare. Aceste etape necesită expertiză GIS specializată, astfel încât nu va fi prezentată aici o descriere detaliată.

Zonele excluse sunt definite în așa fel încât, dacă o anumită locație este neadecvată pe baza oricărui factor de adecvare, aceasta va rămâne exclusă indiferent de cât de favorabilă ar putea părea în conformitate cu alte criterii. În plus față de zonele de excludere, metoda permite și evaluarea zonelor adecvate pentru investiții pe baza adecvării lor generale, luând în considerare toți factorii și importanța acestora. Se utilizează o scară de la 0 la 10 puncte: scorurile scăzute de adecvare a zonei reprezintă categorii mai puțin favorabile (dar nu interzise), în timp ce scorurile ridicate reprezintă zone ideale pentru energia solară sau eoliană.

Este important să subliniem că toate elementele geografice aflate într-un **perimetru de 1 km** în jurul zonelor de studiu au fost, de asemenea, luate în considerare. Astfel, factorii aflați în afara limitelor studiului – cum ar fi Aeroportul Internațional Brașov, situat chiar în afara zonei de studiu – au totuși un impact asupra analizei și sunt luați în considerare în mod corespunzător.

Determinarea zonei adecvate și evaluarea rezultatelor

Primele rezultate au fost pregătite atât sub formă de hartă, cât și sub formă de grafic, prezentate mai jos pentru fiecare zonă de studiu. Harta afișează zonele excluse prin omiterea pixelilor, astfel încât numai zonele care sunt oarecum adecvate sunt afișate cu un gradient roșu-galben-verde corespunzător scorului de adecvare asociat locațiilor date.

Pentru desemnarea zonelor accelerate (RAA), participanții la proiect recomandă selectarea zonelor cu o valoare de 5 și mai mare.

Sugestii pentru replicarea studiilor similare privind adecvarea și selectarea siturilor

Colectarea datelor care descriu factorii este un proces îndelungat și nu întotdeauna eficient. În multe cazuri, proprietarii datelor sunt reticenți în a furniza date sau autoritățile competente sunt lente în procesarea acestora. Unele date nu există deloc (sau echipa de proiect nu a obținut o sursă pentru acestea) dar sunt disponibile în alte țări. Prin urmare, recomandăm autorităților competente și factorilor de decizie, în special Comisiei Europene, să faciliteze accesul la date, deoarece fără acestea, desemnarea zonelor de accelerare nu poate fi realizată în mod corespunzător și uniform în întreaga Europă.

Calitatea datelor este de o importanță capitală. Acestea ar trebui să fie colectate și produse pentru toate zonele și menținute la zi, într-o formă accesibilă experților.

În multe cazuri, echipa de proiect s-a confruntat cu situații în care zone geografice similare (de exemplu, păduri) sau procese (migrația păsărilor) și fenomene (indicatori sociali ai așezărilor) sunt stocate în formate de date diferite în diferite țări, iar rezoluția, conținutul și actualitatea acestora pot diferi semnificativ. Aplicarea unei metodologii uniforme necesită, de asemenea, un set de date uniform, care trebuie convertit în formate comparabile. Calitatea datelor poate fi afectată în timpul acestor operațiuni de conversie.

Se recomandă angajarea de experți GIS calificați pentru a efectua astfel de sarcini legate de amenajarea teritoriului, protecția mediului și sursele de energie regenerabilă, nu numai în proiecte precum RENewLand, ci și la nivelul autorităților competente pentru îndeplinirea acestei sarcini.

Zona de studiu din județul Brașov

Zona eșantion din județul Brașov acoperă 100.973 hectare. În ceea ce privește acoperirea terenului, aproximativ 50% din suprafață este acoperită de păduri de foioase, în timp ce terenurile arabile neirigate (25%) și pășunile (18%) sunt, de asemenea, prezente în proporții semnificative (*figura 1*). Alte categorii de acoperire a terenului includ modele complexe de cultivare și zone predominant agricole, deși acestea constituie o proporție mai mică din suprafața totală. Zonele forestiere sunt concentrate de-a lungul axei centrale nord-sud a zonei eșantionate, corespunzând zonelor cu altitudine mai mare. În contrast, limitele nord-vestice și estice ale zonei sunt caracterizate de altitudini mai mici și sunt compuse în principal din terenuri arabile și pășuni (de obicei între păduri și terenuri arabile).

Pe baza analizei, zonele potențial adecvate pentru desemnarea RAA cuprind 7.430 hectare pentru dezvoltarea energiei eoliene, reprezentând aproximativ 7,4% din

suprafața totală (*Tabelul 3*). Aceste zone au o capacitate tehnică teoretică (potențială) instalată de aproximativ 1.486 MW de energie eoliană. Locațiile principale sunt situate de-a lungul graniței nord-vestice a zonei de studiu (*Figura 2a*), incluzând municipalitățile Părău și Comăna; în apropierea graniței estice, în municipalitățile Apața, Crizbav, Codlea și Vulcan și în centrul municipalității Dumbrăvița.

Figura 3a ilustrează zonele desemnate pentru conservarea naturii din zona de studiu, precum și amplasarea așezărilor umane. Aceste zone, împreună cu alte considerente relevante care nu sunt detaliate aici, servesc drept criterii de excludere pentru activitățile de investiții, pentru care au fost stabilite și zone tampon. Cele mai potrivite RAA dpdv tehnic (scor de adecvare mai mare de 5) sunt situate în afara acestor zone și constau în terenuri arabile neirigate (4,03% din zona de studiu) și pășuni (3,22%), dar aceste date trebuie interpretate în contextul cadrului legal care aduce limitări ale dezvoltărilor energetice în funcție de categoriile de terenuri (*Figura 4a*). În plus, doar 0,1% din alte tipuri de acoperire a solului se încadrează în categoriile cele mai potrivite. Zonele cele mai potrivite din partea de est a zonei de studiu constau în principal din terenuri arabile, în timp ce regiunile centrale și nord-vestice sunt în principal pășuni.

Pe baza rezultatelor analizei privind dezvoltarea energiei solare, aproximativ 14.742 hectare sunt adecvate pentru desemnarea RAA, reprezentând 14,6% din suprafața studiată (*Tabelul 3*). Locurile identificate au un potențial teoretic de instalare a capacităților de energie solară de 7.371 MW. Majoritatea acestor zone adecvate au primit un scor de 8 (*Figura 2b*), indicând o evaluare mai favorabilă în comparație cu scorul tipic de 7 observat pentru proiectele de energie eoliană. Amplasarea zonelor adecvate este similară cu cea a proiectelor de energie eoliană, dar acoperă zone mai mari, inclusiv granițele nord-vestice și estice ale zonei de studiu, precum și partea centrală a acesteia. Zonele desemnate pentru conservarea naturii sunt, de asemenea, evitate de zonele adecvate pentru proiecte de energie solară (*Figura 3b*), deși într-o măsură mai mică decât în cazul proiectelor de energie eoliană. În ceea ce privește utilizarea terenurilor, cele mai potrivite regiuni sunt terenurile arabile neirigate (9,2% din zona de studiu), urmate de pășuni (4,6%) și, într-o măsură minimă, alte tipuri de terenuri (0,2%) (*Figura 4b*).

Notă: Pentru estimarea potențialului de utilizare economică la nivelul fiecărei zone pilot, experții proiectului RENewLand au aplicat un factor de corecție de 10% din potențialul tehnic total.

Această ajustare a fost necesară ținând cont de faptul că metodologia nu diferențiază, printre altele, în funcție de categoriile și subcategoriile de folosință a terenurilor, de clasele de calitate ale terenurilor agricole, de prezența siturilor arheologice, de obiectivele naționale de apărare și securitate, sau de suprafețele ocupate deja de proiecte de investiții în energie regenerabilă în diverse stadii de planificare, construcție sau operare. Astfel că din punct de vedere economic valorile pentru zona pilot Brașov, reprezentând 10% din potențialul estimat în cadrul

RENewLand sunt:

- Eolian: 743 ha; 148,6 MW,
- Solar: 1.474,2 ha; 737,1 MW

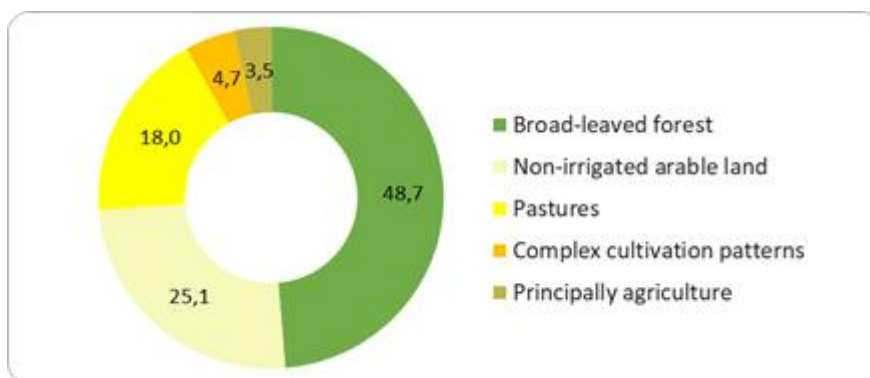
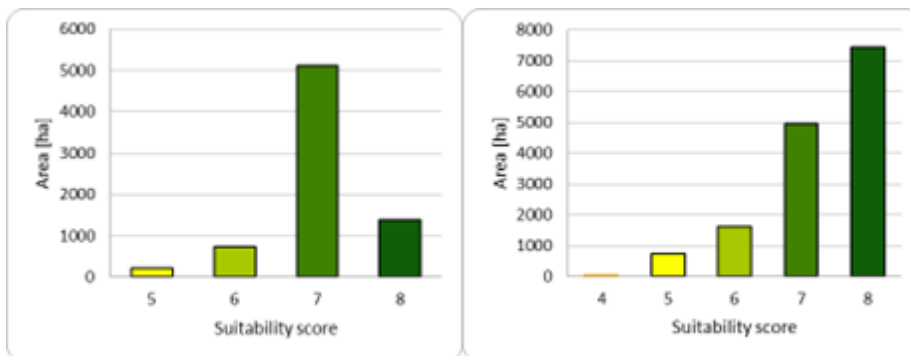


Figura 1: Tipuri de utilizare a terenurilor în zona de studiu din Braşov, România (%)



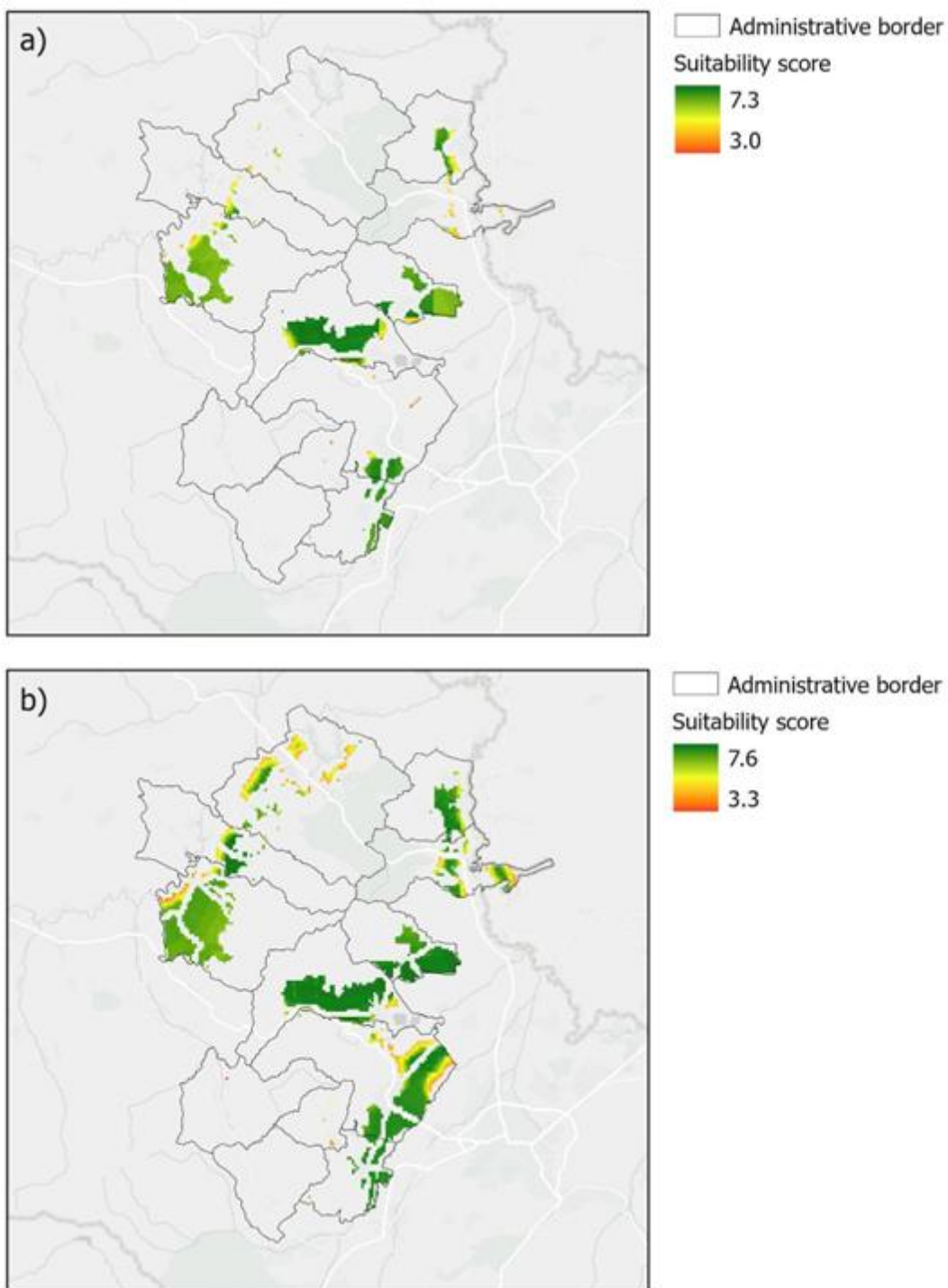


Figura 2: Adecvarea amplasamentului pentru investiții în turbine eoliene (a) și energie solară fotovoltaică (b) în regiunea Brașov, România



Figura 3: Cele mai potrivite zone pentru investiții în turbine eoliene (a) și panouri solare fotovoltaice (b) în regiunea Brașov, România

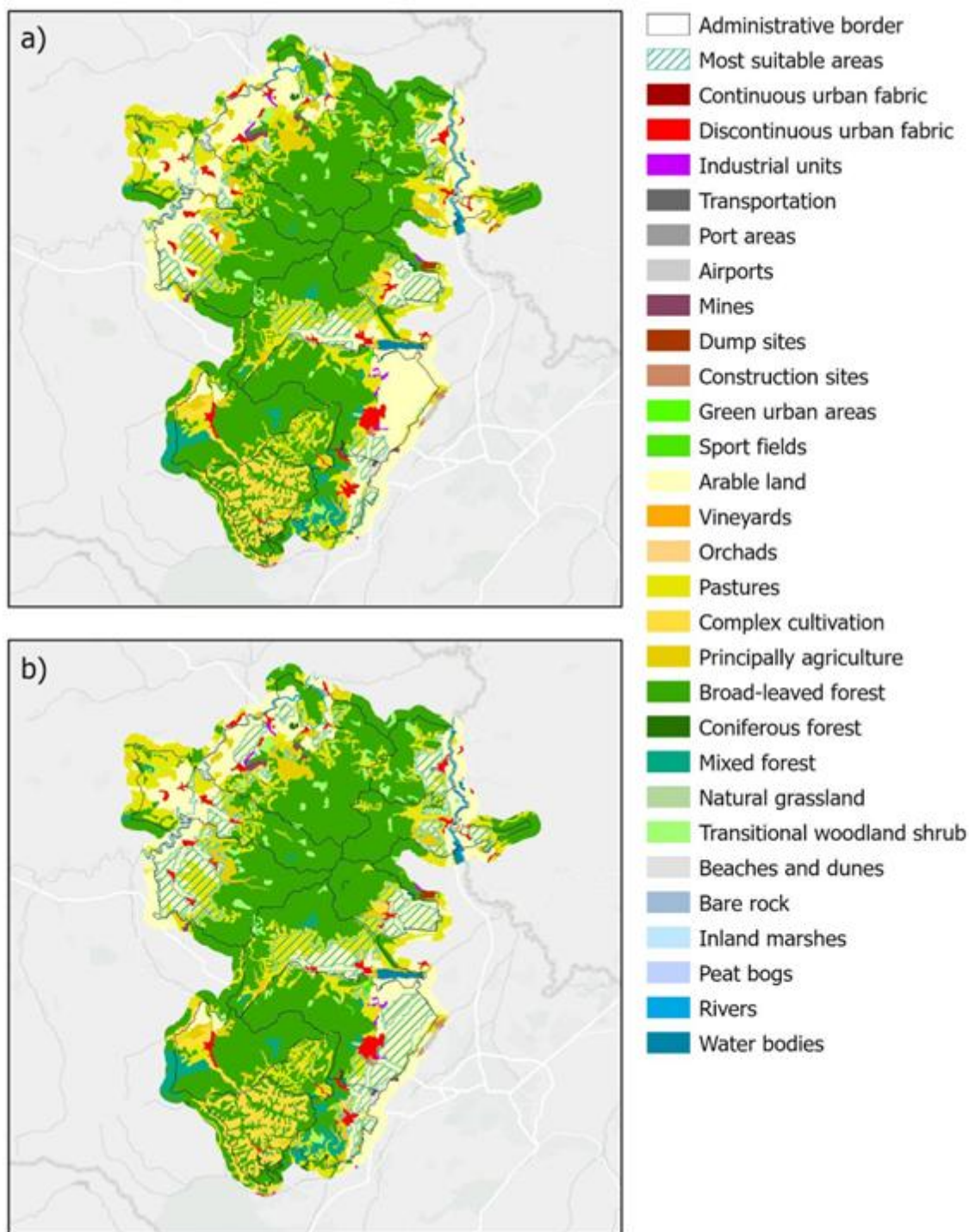


Figura 4: Cele mai potrivite zone pentru investiții în turbine eoliene (a) și fotovoltaice (b) și utilizarea terenurilor în regiunea Braşov, România

Tabelul 3: Date statistice privind zonele adecvate și capacitatea estimată a energiei eoliene și solare fotovoltaice în zona de studiu Brașov, România

Eolian	Scor de adecvare	Suprafață [ha]	Suprafață [%]	MW
	5	205	0,20	41
	6	725	0,72	145
	7	5124	5,07	1025
	8	1376	1,36	275
		7430	7,4	1486
Solar	Scor de adecvare	Suprafață [ha]	Suprafață [%]	MW
	4	5	0,01	3
	5	733	0,73	366
	6	1617	1,60	808
	7	4943	4,90	2472
	8	7444	7,37	3722
		14742	14,6	7371

Zona de studiu a județului Prahova

Zona de studiu din județul Prahova acoperă 76.378 hectare. Aproximativ 64% din suprafață este acoperită de terenuri arabile neirigate, păduri de foioase și pășuni, fiecare acoperind 12%. Spațiul urban discontinuu (așezări) reprezintă 6%, în timp ce alte utilizări ale terenurilor, în principal agricole, constituie 5%. Partea sudică a regiunii este caracterizată de terenuri plane, bogate în ape de suprafață. Utilizarea terenurilor variază

în funcție de condițiile naturale, terenurile arabile predominând în zonele mai plane. Pe măsură ce altitudinea crește spre nord, utilizarea terenurilor trece la podgorii, urmate de pășuni și păduri. A se vedea figura 5.

Pe baza evaluării, regiunile adecvate pentru dezvoltarea energiei eoliene cuprind aproximativ 24.608 hectare (*tabelul 4*). Aceasta reprezintă o parte semnificativă a suprafeței (32%). Clasificarea predominantă a adecvării în zona de studiu este un scor de 7 pe o scară de 10. Această zonă desemnată are un potențial tehnic teoretic al capacității energetice eoliene instalate estimat la 4.921,7 MW. Zonele adecvate sunt situate în partea sudică plată a regiunii, unde formează zone continue extinse, în principal în localitățile Ciorani, Drăgănești, Colceag, Fulga și Baba Ana (*Figura 6a*).

Zonele de conservare a naturii din zona de studiu se află în regiunea sudică, fiind asociate în principal cu zonele umede de câmpie (*Figura 7a*). În timpul evaluării, am determinat zonele adecvate, menținând în același timp o distanță de protecție față de aceste zone din motive de conservare a naturii. În ceea ce privește zonele cele mai potrivite 21.331 hectare, reprezentând 28% din zona de studiu, sunt desemnate pe terenuri arabile neirigate. Pășunile constituie un procent suplimentar de 2,8%, în timp ce alte tipuri de utilizare a terenurilor ar reprezenta o pondere minimă din zonele cele mai potrivite (*Figura 8a*). În cazul unei cartări practice aceste date trebuie interpretate în contextul cadrului legal care aduce limitări ale dezvoltărilor energetice în funcție de categoriile de terenuri.

În zona de studiu Prahova, 47,1% din regiune, echivalentul a 35.944 hectare, este identificată ca fiind adecvată pentru dezvoltarea energiei solare (*Tabelul 4*). Aceste zone au un potențial teoretic al capacității tehnice energetice combinat de 17.972 MW. Zonele desemnate sunt situate în principal în partea de sud a regiunii (*Figura 6b*). Zonele cu un scor de 8 sunt identificate cel mai frecvent ca fiind adecvate (în cazul energiei eoliene, se observă mai frecvent un scor de 7).

Zonele de protecție a naturii sunt, de asemenea, evitate de zonele cele mai potrivite pentru dezvoltarea energiei solare (*Figura 7b*) deși într-o măsură mai mică decât în cazul energiei eoliene. Cea mai potrivită utilizare a terenurilor este de 27,9% teren arabil neirigat (în comparație cu suprafața totală studiată), 2,8% pășuni și 0,2% alte terenuri (*Figura 8b*).

Notă: Pentru estimarea potențialului de utilizare economică la nivelul fiecărei zone pilot, experții proiectului RENewLand au aplicat un factor de corecție de 10% din potențialul tehnic total. Această ajustare a fost necesară ținând cont de faptul că metodologia nu diferențiază, printre altele, în funcție de categoriile și subcategoriile de folosință a terenurilor, de clasele de calitate ale terenurilor agricole, de prezența siturilor arheologice, de obiectivele naționale de apărare și securitate, sau de suprafețele ocupate deja de proiecte de investiții în energie regenerabilă în diverse stadii de planificare, construcție sau operare. Astfel că din punct de vedere economic valorile pentru zona pilot Prahova, reprezentând 10% din potențialul estimat în cadrul RENewLand sunt:

Eolian: 2.460,8 ha; 492,17 MW

Solar: 3.594,4 ha; 1.797,2 MW

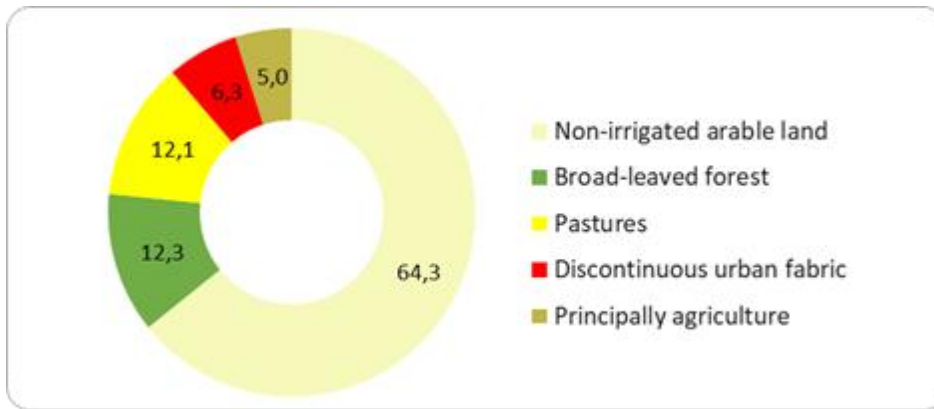
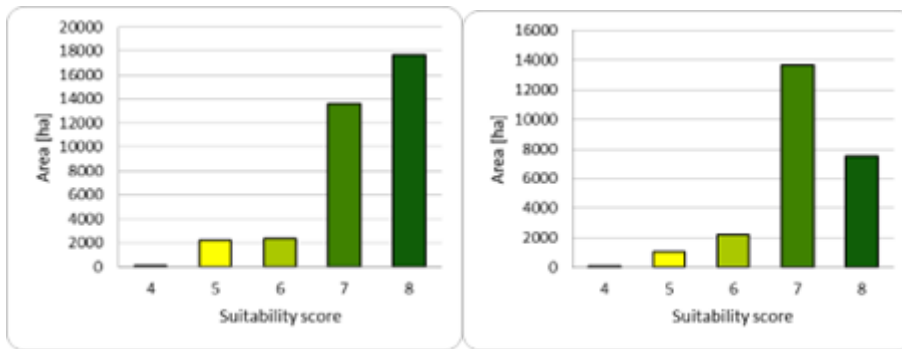


Figura 5: Tipuri de utilizare a terenurilor în zona de studiu Prahova, România (%)



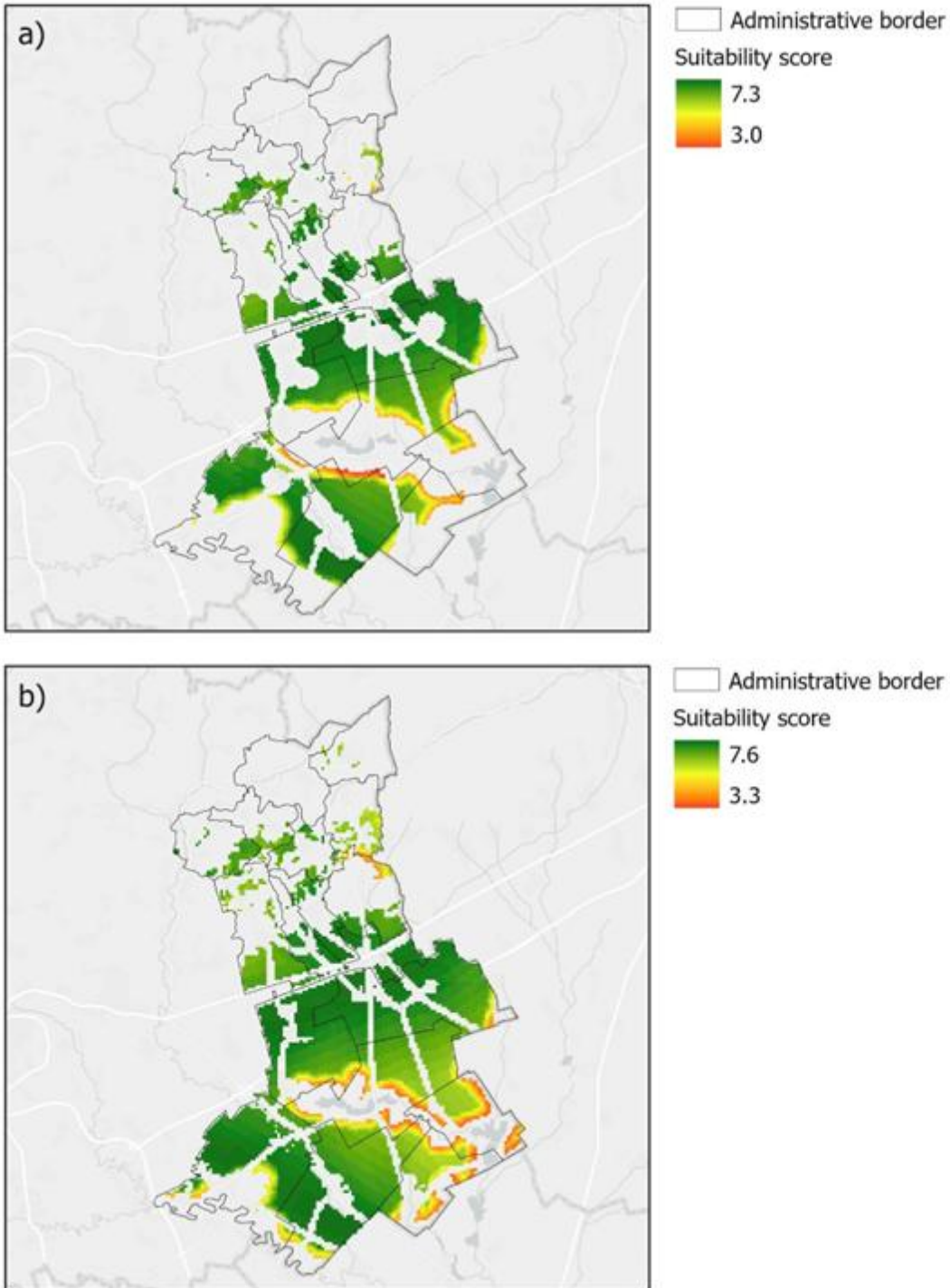


Figura 6: Adecvarea amplasamentului pentru investiții în turbine eoliene (a) și energie solară fotovoltaică (b) în regiunea Prahova, România



Figura 7: Cele mai potrivite zone pentru investiții în turbine eoliene (a) și panouri solare fotovoltaice (b) în regiunea Prahova, România

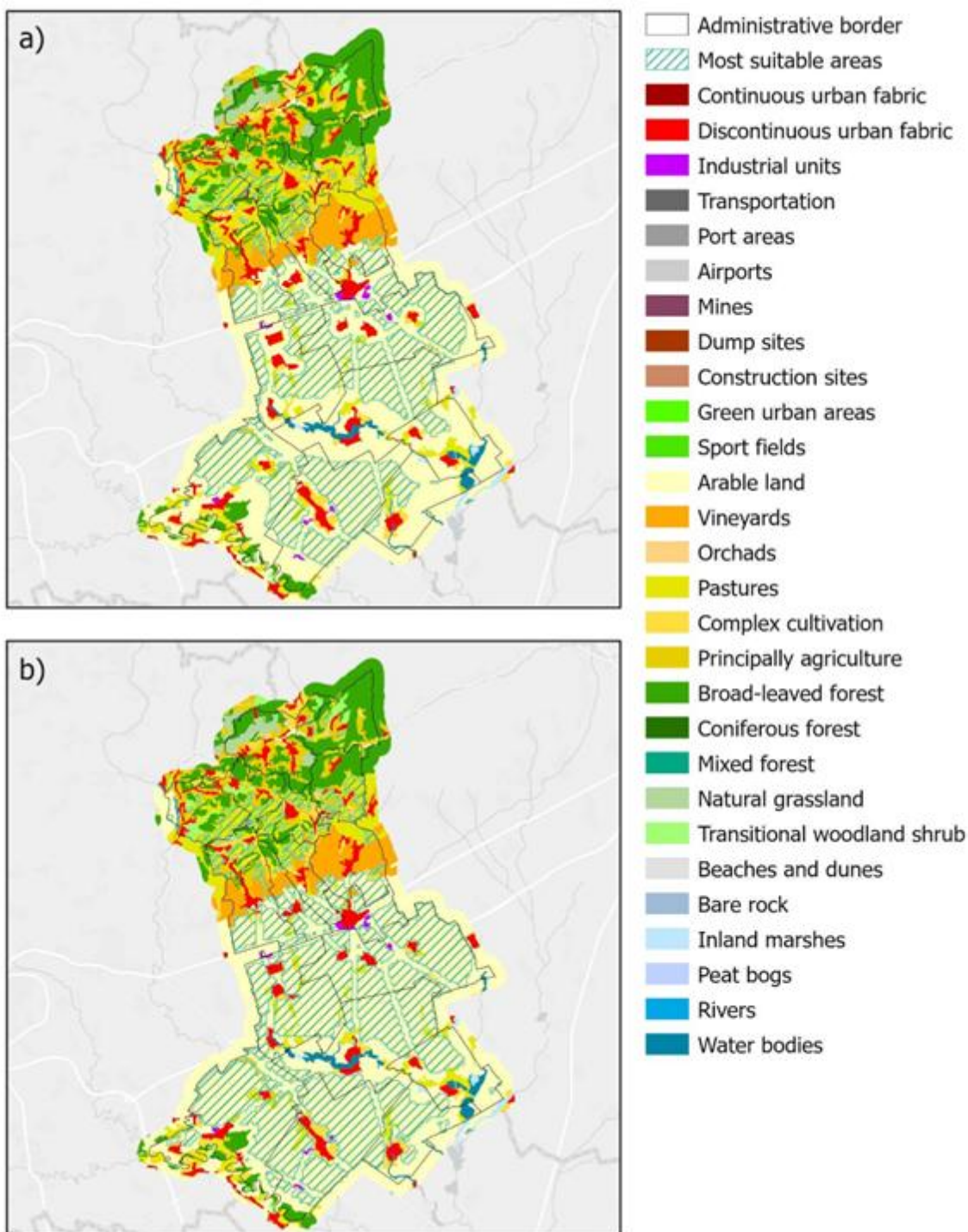


Figura 8: Cele mai potrivite zone pentru investiții în turbine eoliene (a) și panouri solare fotovoltaice (b) și utilizarea terenurilor în regiunea Prahova, România

Tabelul 4: Date statistice privind zonele adecvate și capacitatea estimată a energiei eoliene și solare fotovoltaice în zona de studiu Prahova, România

Eolian	Scor de adecvare	Suprafață [ha]	Suprafață [%]	MW
	4	95	0,12	19
	5	1046	1,37	209
	6	2217	2,90	443
	7	13704	17,94	2741
	8	7546	9,88	1509
		24608	32,2	4922
Solar	Scor de adecvare	Suprafață [ha]	Suprafață [%]	MW
	4	88	0,12	44
	5	2214	2,90	1107
	6	2355	3,08	1177
	7	13619	17,83	6809
	8	17668	23,13	8834
		35944	47,1	17972

Rezultatele validării locale

Validarea locală sugerează că România ar trebui să diferențieze categoriile de terenuri agricole (acordând prioritate parcelelor degradate/cu fertilitate redusă și utilizând conceptul de agrivoltaic ca măsură de protecție cu dublă utilizare pe terenurile agricole mai bune pentru fermele familiale cu o suprafață mai mică de 30 ha), să integreze zonele artificiale pentru a debloca potențialul redus de conflict în apropierea așezărilor și a

centrelor logistice și platformelor industriale și să coreleze adecvarea amplasamentului cu realitățile rețelei (capacitate de găzduire, consolidări, flexibilitate și stocare), aspect deosebit de important având în vedere feedback-ul părților interesate cu privire la rețelele învechite/saturate din Prahova. De asemenea, aceasta indică necesitatea unor zone tampon pentru patrimoniu și peisaj, a împărțirii beneficiilor în localitățile defavorizate și a alinierii la PUG/PUZ municipale și la planurile regionale pentru a reduce conflictele.

Pe măsură ce România trece la cartografierea și desemnarea oficială a RAA la nivel național, rezultatele REnewLand oferă un punct de plecare solid, care poate și trebuie să fie completat cu straturile lipsă și regulamentele specifice fiecărei țări (zone tampon, micrositing, excluzând terenurile agricole fertile și cu valoare naturală ridicată (HNV) sau coridoarele ecologice care urmează să fie desemnate, monitorizarea agronomică, beneficiile pentru comunitate, circularitatea la sfârșitul ciclului de viață), asigurând conformitatea legală a RAA, acceptarea lor din punct de vedere social și de mediu și pregătirea lor pentru conectarea la rețea.

Concluzii și recomandări

Următoarele recomandări și concluzii vizează consolidarea planificării spațiale a zonelor de energie regenerabilă (RAA) prin abordarea provocărilor transversale, atenuarea riscurilor și valorificarea lecțiilor învățate din analizele recente efectuate în cele patru zone de studiu. Acestea se concentrează pe asigurarea faptului că implementarea energiei regenerabile se aliniază priorităților agricole, măsurilor de protecție a biodiversității, realităților rețelei și echității socio-economice, menținând în același timp coerența cu obiectivele mai largi de reziliență spațială și climatică. Prin integrarea acestor măsuri în eforturile de coordonare a planificării spațiale, precum și în procesele SEA pentru desemnarea RAA, planificatorii și factorii de decizie pot reduce conflictele, accelera procesul de autorizare și realiza proiecte viabile din punct de vedere tehnic și financiar, în același timp asigurând conservarea biodiversității și sprijinul comunităților locale.

Concluzii comune din zonele de studiu

Armonizarea datelor și completarea lacunelor de date: Standardizarea proiecțiilor și rezoluțiilor, înlocuirea topologiei HV cu datele lipsă ale punctelor de rețea și utilizarea acoperirii pan-europene a terenurilor pentru a egaliza datele introduse în toate țările au fost măsuri provizorii eficiente. Cu toate acestea, următoarea iterație ar trebui să restabilească straturile naționale de calitate superioară și să încorporeze suprafețele artificiale de teren omise în prezent, datele privind coridoarele ecologice, zonele protejate planificate în viitor, categoriile de terenuri agricole, regimul de proprietate și locațiile

centralelor eoliene și fotovoltaice existente. Ca atare, un flux de lucru dedicat îmbunătățirii datelor este recunoscut ca fiind esențial pentru iterațiile viitoare.

Analiza specifică tehnologiei: zone tampon și ponderi separate pentru energia eoliană și solară au reflectat diferențele reale de amplasare. Menținerea straturilor specifice tehnologiei a evitat supracalificarea sau subcalificarea.

Zonele tampon și peisajele mozaicate influențează puternic rezultatele privind energia eoliană: zonele tampon din jurul ariilor natural protejate fragmentează adecvarea eoliană și scad scorurile medii (atingând un maxim de 5/10). Efecte similare sunt de așteptat oriunde predomină zonele protejate mozaicate sau zonele umede, cum ar fi de-a lungul Dunării.

Câmpiile dominate de terenuri arabile necesită o abordare de planificare personalizată: Prahova a prezentat suprafețe foarte mari adecvate atât pentru energia eoliană (32%), cât și pentru energia solară (47,1%), grupate în câmpiile sudice. Aceste constatări subliniază necesitatea unei ierarhizări agricole, a utilizării multiple a terenurilor și a soluțiilor de economisire a terenurilor, inclusiv sistemele agrivoltaice, precum și a unei coordonări puternice a rețelei.

Alegerile metodologice sunt importante: zonele de excludere, zonele tampon, scala de adecvare 0-10 cu o limită ≥ 5 și ponderarea AHP cu $CR < 0,1$ au constituit baze solide care au făcut vizibile constrângerile, comunicabile deciziile și transparente compromisurile. Pentru a menține o astfel de analiză robustă pe măsură ce condițiile evoluează, factorii metodologici pot fi aplicați în mod iterativ: începând cu luarea în considerare a factorilor de sensibilitate (de exemplu, dimensiunile zonelor tampon, praguri alternative etc.), explorarea variantelor de scenarii bazate pe condițiile locale și compararea seturilor de ponderi adaptate tehnologiei și contextelor ecologice locale.

Recomandări pentru planificarea spațială coordonată și desemnarea RAA

Diferențierea terenurilor agricole și utilizarea duală sunt esențiale: în toate zonele, o mare parte din terenurile „cele mai potrivite” au fost clasificate ca terenuri arabile neirigate. O abordare pe niveluri care acordă prioritate parcelelor cu fertilitate redusă sau degradate s-a dovedit esențială pentru a minimiza compromisurile în producția alimentară. În cazul în care terenurile arabile de calitate superioară sunt inevitabile, ar trebui luate în considerare soluții agrivoltaice, cel puțin în proiecte pilot. Specificitățile juridice ale fiecărei țări (de exemplu, alocația României pentru clasele III-V în afara limitelor orașului) aduc necesitatea unor reguli de excludere și prioritate adaptate, precum și monitorizarea calității solului în timp.

Suprafețele artificiale (artificial land areas - ALS) rămân o oportunitate neexploată: analiza inițială nu a inclus factori și date privind ALS, cum ar fi parcurile industriale, parcările și terenurile industriale abandonate. Acestea sunt esențiale, deoarece oferă opțiuni cu un nivel redus de conflict și cu implementare rapidă.

Măsurile de protecție a patrimoniului și a peisajului influențează rezultatele amplasării: zonele tampon de excludere din jurul siturilor arheologice, peisajelor culturale și zonelor protejate, combinate cu micro-amplasarea, sunt esențiale pentru a minimiza impactul, în special în zonele cu un grad ridicat de conservare.

Ar trebui luate în considerare impactul cumulativ cu centralele existente: suprapunerea proiectelor eoliene și solare operaționale și autorizate cu straturi de sensibilitate poate ajuta la evitarea presiunilor ecologice. Acest lucru este deosebit de relevant în zonele în care zonele adecvate ar putea fi grupate sau ar putea fi în proximitatea zonelor cu o prezență ridicată a centralelor operaționale.

Alinierea la planurile municipale și regionale reduce conflictele: verificarea încrucișată a hărților RAA cu planurile urbanistice locale și regionale poate contribui la evitarea conflictelor cu dezvoltarea așezărilor umane, industriale, coridoarele logistice și viitoarele linii de rețea, asigurând coerența între diferite sectoare de dezvoltare.

Zonele protejate potențiale necesită un tratament preventiv: adăugarea de restricții temporare pentru ariile luate în considerare pentru protecție, în vederea îndeplinirii obiectivului de protecție de 30% al Strategiei UE privind biodiversitatea, ar permite planificatorilor să anticipeze modificările legislative și să evite conflictele viitoare. Astfel de date privind posibile arii protejate viitoare pot fi obținute de la autoritățile naționale de mediu și de la oamenii de știință care cercetează în prezent acest subiect (de exemplu, proiectul Horizon Natura Connect).

Întrucât, în prezent, adecvarea amplasamentului este adesea legată de capacitatea de găzduire a rețelei, de punctele de conectare și de calendarul de consolidare, secvențierea dezvoltării cu modernizarea rețelei și orientarea proiectelor către zone pregătite pentru rețea se pot dovedi decisive. În același timp, se pot face recomandări pentru dezvoltarea viitoare a rețelei în cazul în care se identifică zone cu adecvare ridicată, situate la distanță de rețeaua existentă.

Includerea factorilor socio-economici în coordonarea exercițiilor de amenajare a teritoriului poate asigura echitatea, dar necesită o proiectare atentă. Zonele adecvate se concentrează adesea în localități mai puțin avantajoase. Mecanismele de partajare a beneficiilor și măsurile de combatere a sărăciei energetice, pot contribui la prevenirea percepțiilor negative asupra proiectelor majore de energie din surse regenerabile și la sprijinirea dezvoltării locale. În același timp, implicarea timpurie în planificare, a municipalităților și a comunităților locale poate contribui la adaptarea planurilor RAA și la îmbunătățirea calității și a procesului SEA.