

METODOLOGIE pentru Desemnarea Zonelor de Accelerare a Energiei Regenerabile utilizând metoda multicriterială de luare a deciziilor- MCDM și sistemul de informații geografice - GIS

HUMEA

Budapesta, 2024

1



Centre for
Energy Research

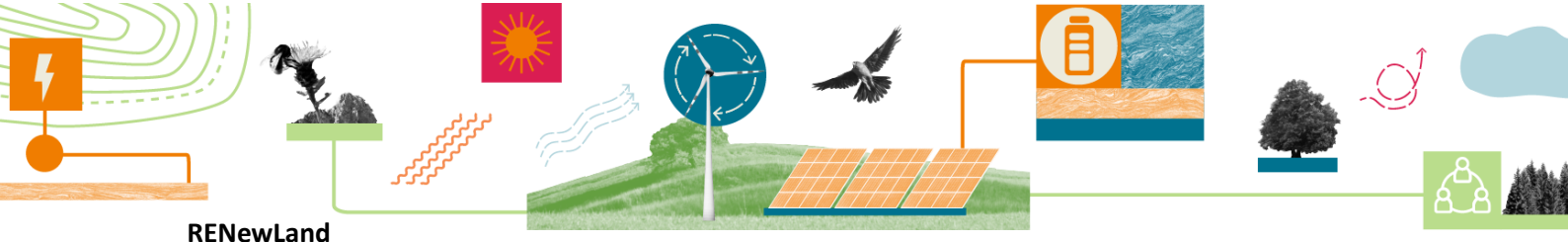


Supported by:
Federal Ministry
for Economic Affairs
and Climate Action



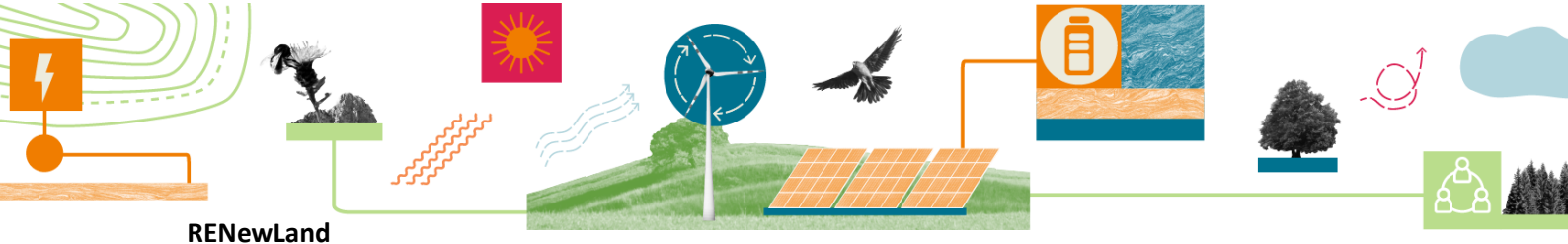
European
Climate Initiative
(ECI)

on the basis of a decision
by the German Bundestag



Cuprins

1. Introducere.....	3
2. Analiza literaturii de specialitate	5
2.1. Procesul de evaluare și principalele etape	6
2.2. Criterii și praguri/ distanțe tampon aplicate în literatura de specialitate	8
2.2.1. Criterii tehnice.....	8
2.2.2. Criterii de mediu-naturale	10
2.2.3. Criterii socio-economice.....	13
2.3. Metode (MCDM - GIS) aplicate în literatura de specialitate	16
2.4 Rezumat al altor documente conexe din cadrul proiectului RENewLand	19
2.5 Documente privind principiile naționale	20
3. Date necesare pentru o analiză cuprinzătoare	22
4. Ghid metodologic pentru procedura de selecție a zonelor pretabile accelerării proiectelor de energie regenerabilă	26
4.1 Recomandări bazate pe analiza literaturii de specialitate	26
4.2 Ponderarea factorilor prin metoda multicriterială de luare a deciziilor	28
4.3 Operațiuni GIS.....	32
4.3.1 Preprocesarea datelor geografice.....	32
4.3.2 Definirea zonelor tampon și a altor clase de adecvare	34
4.3.3 Operațiuni Raster.....	35
4.3.4 Evaluarea rezultatelor	40
5. Rezumat și recomandări	42
Referințe.....	44
Anexă	51

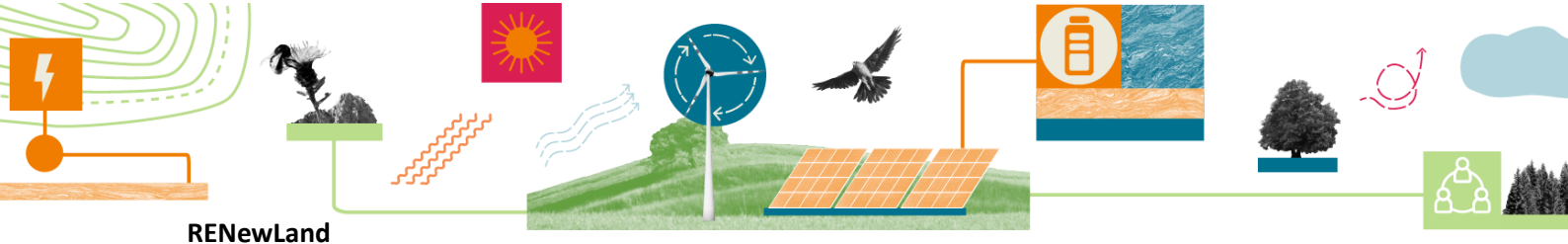


● 1. Introducere

Directiva revizuită privind energia regenerabilă (RED - 2023/2413) a fost adoptată la 31 octombrie 2023. Articolul 15c prevede că statele membre adoptă unul sau mai multe planuri de desemnare a zonelor de accelerare a energiei regenerabile (RAAs - Renewable Acceleration Areas) pentru unul sau mai multe tipuri de surse de energie regenerabilă până la 21 februarie 2026. RAAs sunt zone în care se preconizează că implementarea proiectelor de energie regenerabilă dintr-o anumită tehnologie nu va avea un impact semnificativ asupra mediului. Comisia Europeană a publicat *Ghidul privind desemnarea zonelor de accelerare pentru sursele regenerabile de energie* în mai 2024 [SWD (2024) 333 final]. Ghidul oferă recomandări fără caracter obligatoriu pentru desemnarea zonelor de accelerare și se concentrează pe cartografierea zonelor de accelerare pentru proiectele privind energia solară și energia eoliană în mediul terestru (onshore).

În conformitate cu ghidul, desemnarea zonelor de accelerare se realizează în două etape principale. Etapa 1 este pregătirea planurilor de desemnare a zonelor pretabile accelerării proiectelor privind energia din surse regenerabile pentru tehnologia sau tehnologiile specifice care urmează să fie implementate în diferite zone, care include identificarea RAAs (excluzând zonele prioritare, pe baza hărților de sensibilitate). Etapa 2 constă în supunerea planurilor la procedura de evaluare strategică de mediu (SEA). Fiecare zonă propusă ca și zonă de accelerare va avea propriul său regulament (mitigation rulebook), conținând măsuri de atenuare a impactului, cât mai specific posibil și legat de condițiile/contextul local.

De asemenea, se preconizează că obiectivele în materie de energie regenerabilă vor fi îndeplinite prin creșterea suprafeței ocupate de surse de energie regenerabilă. Joint Research Center (JRC) a cartografiat potențialul tehnic și caracterul adecvat al terenurilor pentru implementarea energiei regenerabile în UE. În cadrul analizei, terenurile adecvate pentru sursele de energie regenerabilă sunt definite ca terenuri considerate optime pentru exploatarea durabilă. Cartografierea a exclus zonele bogate în biodiversitate, rezervațiile naturale și terenurile agricole productive, acordând în același timp prioritate zonelor construite și terenurilor agricole degradate cu perspective limitate. Cercetările arată că sunt disponibile suficiente terenuri adecvate pentru atingerea obiectivelor în materie de energie regenerabilă, departe de zonele cele mai sensibile din punct de vedere ecologic. Din acest motiv, desemnarea rapidă a RAAs este semnificativă pentru selectarea terenurilor cu caracteristici adecvate (EEB 2024).



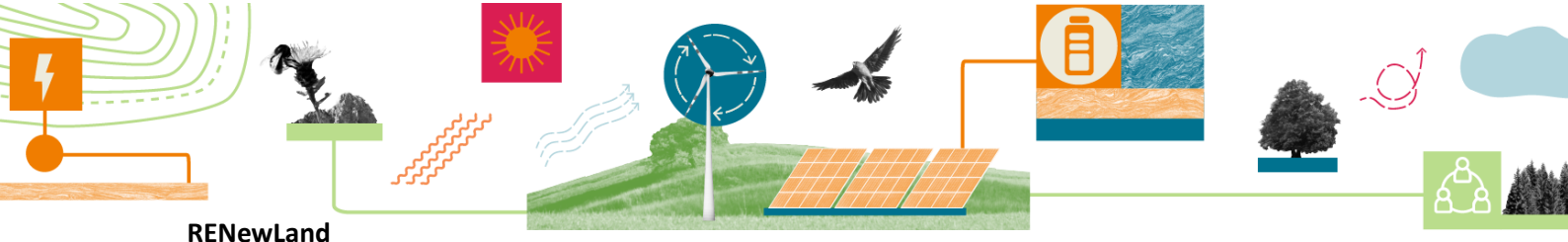
Prin urmare, este deosebit de important să se dezvolte o metodă de definire a zonelor cu un nivel scăzut de conflict și sensibilitate, care să poată fi utilizată în procedurile de planificare spațială și de reglementare. Identificarea zonelor de accelerare necesită utilizarea unei metodologii care poate integra interesele diferitelor sectoare și punctele de vedere ale diferiților actori. Prin urmare, pe parcursul întregului proces, este important să se consulte în permanență experți și părți interesate din diferite domenii legate de energia regenerabilă (de exemplu, tehnic, de mediu, social).

Acest studiu a fost elaborat pentru Energy Policy Group (EPG), în contextul proiectului RENewLand, finanțat de Inițiativa Europeană privind Clima (EUKI). Obiectivele proiectului includ: propunerea unei abordări multisectoriale a procesului de desemnare a zonelor naționale de accelerare a energiei solare și eoliene onshore și prezentarea unei metodologii bazate pe date științifice pentru planificarea spațială integrată a acestor zone în trei regiuni pilot din România, Bulgaria și Ungaria. Studiul de față își propune să ofere o bază metodologică pentru prima parte a etapei 1 prezente în *Ghidul privind desemnarea zonelor de accelerare a energiilor regenerabile*, și anume să elaboreze o propunere metodologică pentru cartografierea zonelor de accelerare pentru energia regenerabilă. În urma unei ample analize a literaturii de specialitate, se propune o metodă de planificare spațială care integrează diferitele aspecte disciplinare legate de energia regenerabilă, utilizând un sistem de informații geografice (GIS) și instrumente multicriteriale de luare a deciziilor (MCDA). În dezvoltarea metodei recomandate, se propune un proces de analiză pentru două tipuri de surse de energie (solară și eoliană) în funcție de RED¹, prin crearea mai multor scenarii. Evaluarea acestor scenarii poate contribui la procesul de desemnare a zonelor.

● 2. Analiza literaturii de specialitate

Analiza cercetărilor privind evaluarea amplasamentelor centralelor solare și eoliene s-a concentrat asupra practicilor existente la nivel european. În general, acestea iau în considerare mai multe criterii de evaluare diferite, care au fost grupate în literatura analizată în următoarele categorii: tehnice, de mediu - naturale și socio-economice. Evaluările utilizează adesea atât criterii de restricție sau excludere (maparea constrângerilor - *Sochi et al 2023*), cât și criterii de evaluare (sau indicatori ponderați - hărți ale conflictelor sau hărți ale sensibilității). Criteriile de excludere se referă la

¹ Directiva privind Energia Regenerabilă



zonele care nu sunt potrivite pentru dezvoltarea surselor de energie regenerabilă din cauza sensibilității lor ridicate față de mediu. Indicatorii ponderați sunt aspecte ale sensibilității mediului care pot fi puse în balanță cu beneficiile potențialului de energie regenerabilă al zonei. Cartografierea poate fi realizată pe intervale diferite. Öko-Institute (2024) subliniază faptul că particularitățile regionale și informațiile aferente se pot pierde în cartografierea la scară națională și, prin urmare, recomandă ca procesul de cartografiere regională să fie efectuat în plus, față de analizele naționale.

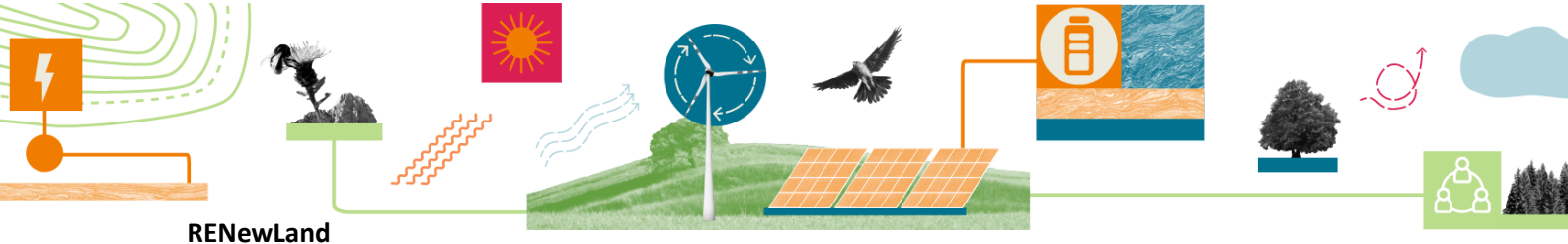
Criteriile de evaluare incluse în evaluarea centralelor solare sunt rezumate în Anexa 1, iar cele incluse în evaluarea centralelor eoliene în Anexa 2 (sunt indicate și pragurile/distanțele tampon aplicate). Pragurile și distanțele tampon utilizate în literatura de specialitate sunt rezumate în Tabelul 2, pe baza intervalului și a mediei valorilor aplicate.

○ 2.1. Procesul de evaluare și principalele etape

În toate cazurile, testarea amplasării adecvate a sitului este un proces în mai multe etape (Figura 1). Cu toate acestea, succesiunea logică a etapelor poate varia, iar în literatura de specialitate există mai multe metode de cartografiere, inclusiv diferite procese de evaluare. În unele cazuri, se identifică mai întâi zonele excluse (și chiar zonele extrem de sensibile), iar apoi fie se elaborează scenarii, fie se evaluează și se clasifică în continuare zonele din afara zonelor excluse și extrem de sensibile. O altă abordare constă în cartografierea, mai întâi, a potențialului tehnic, urmată de identificarea și integrarea sensibilității spațiale și a factorilor de excludere. Etapele principale ale diferitelor abordări sunt ilustrate mai jos cu câteva exemple.

SolarPower (2024) propune un proces în șapte etape în ghidul de cartografiere a energiei regenerabile: (1) identificarea potențialului, (2) definirea zonelor favorabile, (3) identificarea disponibilității rețelei și planificarea extinderilor rețelei, (4) identificarea zonelor cu sensibilitate scăzută, (5) desemnarea zonelor de accelerare a energiei regenerabile, (6) definirea zonelor de accelerare a dezvoltării rețelei, (7) consultare și evaluare strategică de mediu. Studiul sugerează că, capacitatea rețelei este un parametru în continuă schimbare, astfel încât ar trebui identificate mai întâi suprafețele adecvate.

Etapele propuse de Sochi et al. 2023 sunt următoarele în ceea ce privește cartografierea energiei regenerabile durabile: (1) analiza caracterului adecvat al energiei regenerabile și cartografierea priorităților (cartografierea constrângerilor), (2) identificarea și cartografierea valorilor de conservare a mediului sau biologice



(cartografierea conflictelor), (3) identificarea și cartografierea valorilor culturale/sociale, (4) reunirea tuturor acestor rezultate. Studiul notează că există două metode posibile de evaluare a adecvării spațiale. Prima este o analiză decizională spațială multicriterială (GIS-MCDA), în timp ce a doua implică utilizarea locațiilor instalațiilor eoliene și solare actuale pentru a dezvolta modele predictive.

Principalele etape ale analizei EIHP-TNC (2021) pentru o zonă eșantion din Croația au fost următoarele (1) identificarea zonelor de excludere, (2) identificarea zonelor foarte sensibile, și (3) evaluarea zonelor rămase utilizând o analiză multicriterială. În acest caz, zonele cu sensibilitate scăzută sunt subdivizate în continuare în 3 categorii conform gradului de potrivire pentru energia regenerabilă: excelent, foarte bun și bun.

Kiesecker et al. (2024) au împărțit analiza în următoarele etape: (1) dezvoltarea hărților constrângerilor bazate pe potențialul de energie regenerabilă și compatibilitate tehnică, (2) calcularea unui indice de conflict (prin diferite clase de utilizare a terenurilor și zone protejate pentru a identifica zonele de dezvoltare solară și eoliană cu grad scăzut de conflict), și (3) compararea a două scenarii de dezvoltare.

În 2023, a fost realizat un studiu pentru a evalua potențialul energetic eolian (onshore și offshore) în Bulgaria, Ungaria și România (AIT-REKK 2023), luând în considerare atât datele meteorologice, cât și constrângerile legate de utilizarea terenurilor. Au fost efectuate analize de sensibilitate pentru principalii parametri de intrare, pe baza unei identificări prealabile a relevanței factorilor pentru a adapta analiza la nevoile specifice fiecărei țări. Analiza bazată pe GIS a constatat în următoarele etape:

1. Stabilirea datelor privind viteza vântului și curba de putere a turbinei eoliene
2. Luarea în considerare a normelor privind distanța față de mediul construit
3. Excluderea (sau includerea ilustrativă) a ariilor naturale protejate și a altor categorii de utilizare a terenurilor care nu sunt adecvate pentru dezvoltarea energiei eoliene

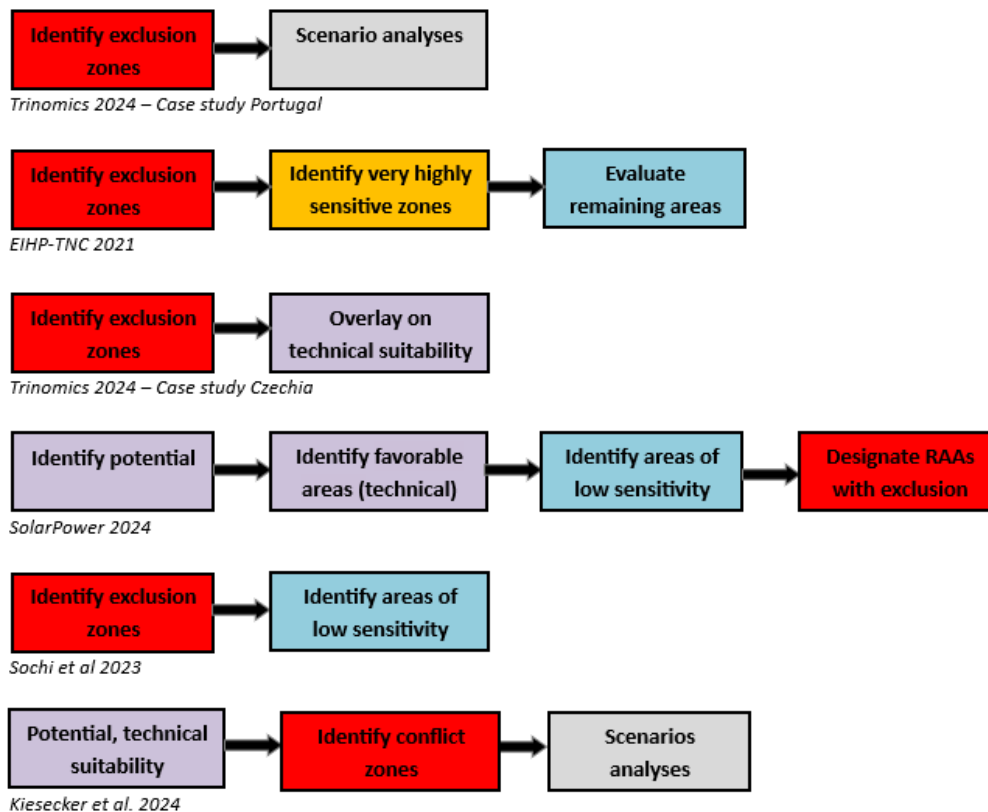
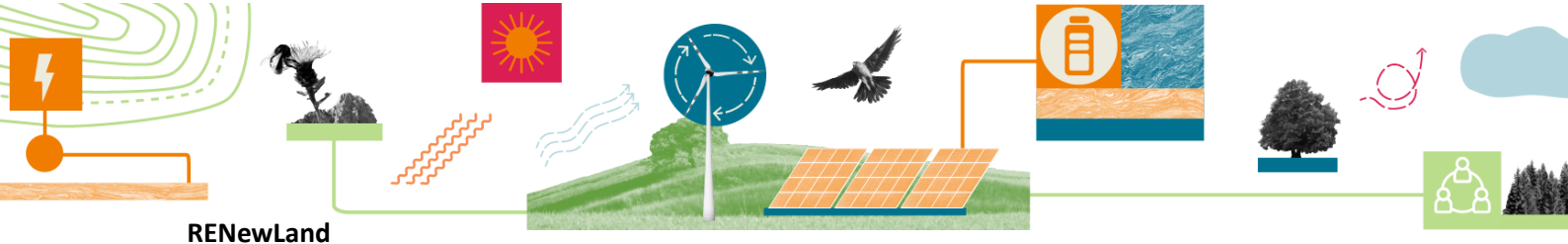


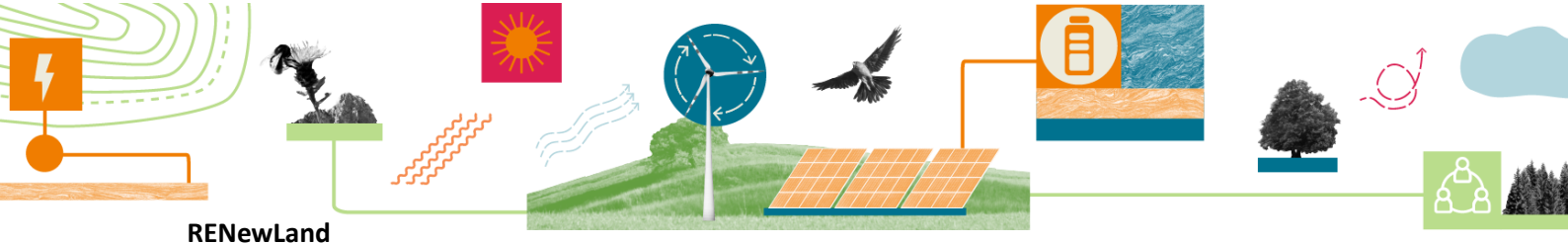
Figura 1: Etapele principale ale studiilor analizate

○ 2.2. Criterii și praguri/ distanțe tampon aplicate în literatura de specialitate

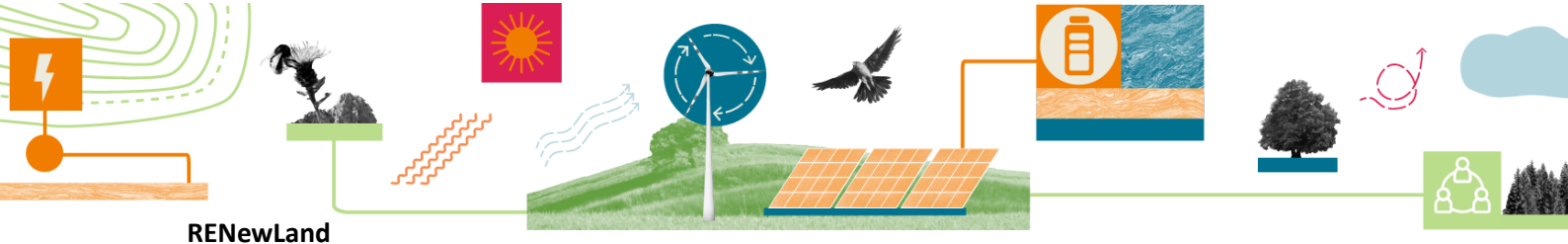
■ 2.2.1. Criterii tehnice

Printre criteriile tehnice utilizate în evaluarea locației adecvate pentru amplasarea centralelor solare, cele mai frecvente sunt următoarele: potențialul energetic solar, proximitatea liniilor de transport, a rețelelor rutiere și feroviare. În cazul centralelor eoliene, pe lângă criteriile de infrastructură și potențialul energetic eolian, în mai multe cazuri sunt incluse în evaluare și proximitatea aeroporturilor, antenelor, radarelor sau stațiilor de telecomunicații sau zonelor militare. Conform studiului realizat de *Shao et al. (2020)*, cele mai frecvente criterii tehnice de excludere pentru centralele solare și eoliene care sunt luate în considerare sunt infrastructura rutieră și declivitatea/panta.

Instalarea centralelor solare și eoliene necesită capacități mari de transport și, prin urmare, este planificată în apropierea rețelelor de transport pentru a reduce costurile



de construcție, exploatare și întreținere. Proximitatea liniilor de transport al energiei electrice este importantă pentru conectarea centralei. Cu cât distanța este mai mare, cu atât cresc costurile noilor linii sau a stațiilor de racordare. De asemenea, este important să se transmită și să se distribuie electricitatea cu pierderi minime. Din acest motiv, centralele electrice sunt planificate, de obicei, la o distanță maximă de 2-10 km de principalele elemente ale rețelei electrice și de transport (Höfer et al. 2016, Giamalaki-Tsoutsos 2019, Colak et al. 2020, Günen 2021, Sotiropoulou-Vavatsikos 2021, Tercan 2021, Tercan et al. 2021, Demir et al. 2024). În analiza sa privind țările europene, JRC a considerat că zonele cu potențial bun se află la mai puțin de 5 km de rețeaua rutieră existentă (EEB 2024). În unele cazuri, se ia în considerare și amplasarea conductelor de gaze, deoarece împrejurimile acestora pot fi afectate de riscul de scurgere sau explozie (Colak et al. 2020). Distanțele tampon se aplică, de asemenea, în jurul conductelor de gaze, al liniilor rețelei electrice și al elementelor rețelei de transport, care variază între 20 și 500 m în studiile analizate. Parcurile eoliene utilizează de obicei distanțe tampon mai mari față de elementele de infrastructură. Pentru rețelele rutiere, s-a utilizat o distanță tampon medie de 90 m pentru fermele solare și de 170 m pentru fermele eoliene. O analiză realizată de Rediske et al. (2021) arată că distanțele tampon de 500 m sunt tipice și pentru parcurile eoliene. Pentru căile ferate, distanța tampon medie aplicată este de 75 m pentru parcurile solare și de 120 m pentru parcurile eoliene. Turbinele eoliene pot cauza probleme în funcționarea sistemelor de comunicații, navigație și supraveghere legate de siguranța aviației (Gigovic et al. 2017, Karipoğlu et al. 2021, Sotiropoulou-Vavatsikos 2021, Tercan 2021). Prin urmare, se utilizează distanțe tampon mai mari în jurul aeroporturilor, radarelor și siturilor militare, cuprinse între 250 m și 10 km. Cea mai mare distanță tampon se aplică de obicei în jurul zonelor militare, cu o medie de 5,75 km. Pentru aeroporturi, media este de 3,5 km, în timp ce în jurul antenelor, stațiilor de comunicații și radarelor, în unele cazuri, se aplică doar o zonă tampon de 250 m. Organizațiile aviatice recomandă distanțe mai restrictive, care sunt prezentate în Tabelul 1. Pe baza informării CAN Europe (2024), exercițiul de cartografiere ar trebui să ia în considerare și soluții care relaxează (sau elimină) anumite restricții, cum ar fi normele pentru aviația civilă și interesele militare în unele cazuri.



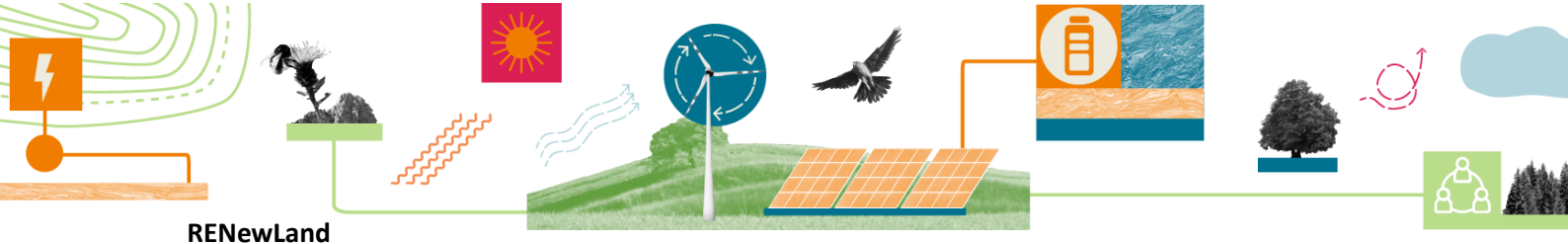
Tabelul 1: Distanțe tampon aplicate pentru radare în literatura de specialitate.

	Excludere	Evaluare a impactului/ consultare necesară		Acceptat
		Detaliat	Simplu	
EUROCONTROL 2014	< 500 m	< 15 km	> 15 km dar în LOS radar	nu în LOS
OACI 2015		< 15 km		
CAA 2019	< 2,1 km (o singură turbină)	< 17,2 km (până la 10 turbine)	< 20 km (aeroporturi)	
DHPLG 2019		< 20 km		
CAA 2016		< 30 km (aeroporturi)		

■ 2.2.2. Criterii aferente mediului natural

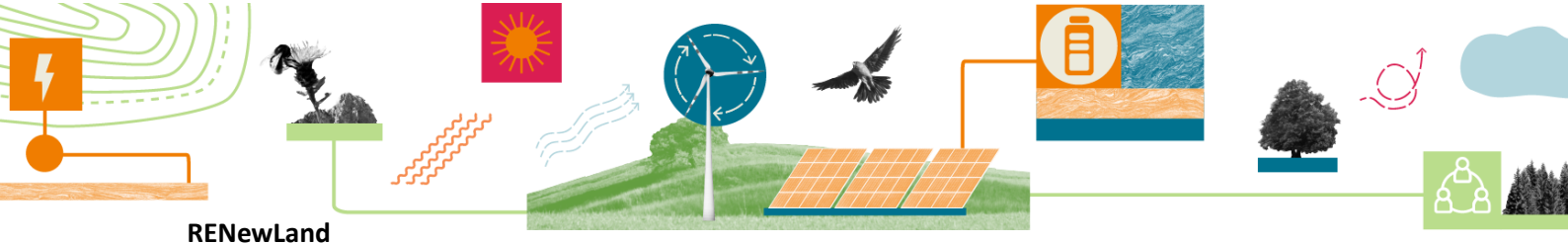
Cercetarea acoperă o gamă largă de parametri aferenți mediului natural, inclusiv caracteristici topografice, meteorologice, de acoperire a solului și de valoare naturală. Printre aspectele topografice, panta este cea mai comună (Tegou et al 2010, Latinopoulos-Kechagia 2015, Watson-Hudson 2015, Höfer et al. 2016, Gigovic et al. 2017, Sotiropoulou-Vavatsikos 2021, Tercan 2021, Demir et al 2024) și, în plus, aspectul pentru centralele solare (Watson-Hudson 2015, Giamalaki-Tsoutsos 2019, Colak et al. 2020, Finn-McKenzie 2020, Tercan et al. 2021, Vrînceanu et al. 2022). Altitudinea este, de asemenea, luată în considerare în mai multe cazuri (Giamalaki-Tsoutsos 2019, Tercan et al. 2021, Vrînceanu et al. 2022), dar este mai puțin frecventă în cercetările analizate. Pantele abrupte îngreunează amplasarea instalațiilor mari și pot crește timpul și costurile de construcție. Acest aspect este important pentru eficiența instalațiilor solare. Creșterea altitudinii poate, de asemenea, să facă mai dificilă construirea adesea din cauza accesibilității mai reduse. În mai multe cazuri, zonele predispuse la cutremure au fost luate în considerare pentru a reduce riscul de daune structurale (Colak et al. 2020, Günen 2021, Tercan et al. 2021). Nu există diferențe semnificative între centralele solare și cele eoliene în ceea ce privește restricțiile topologice, fiind excluse zonele situate în medie între 1800 și 2000 m deasupra nivelului mării și zonele cu pante mai mari de 20-22%. Pentru parcurile eoliene onshore, JRC a luat în considerare zonele cu o pantă mai mică de 2,1° și zonele cu condiții bune de vânt, adică cu un factor de capacitate de peste 20% (EEB 2024).

Dintre parametrii aferenți mediului natural, adesea sunt luate în considerare acoperirea solului și corpurile de apă sau zonele umede, mai rar sunt incluse în



evaluare zonele forestiere, liniile de coastă și insulele. Protecția corpurilor de apă, (lacurilor, cursurilor de apă) sau zonelor umede ca ecosisteme sensibile reprezintă un aspect important (Colak et al. 2020, Günen 2021, Sotiropoulou-Vavatsikos 2021, Tercan 2021, Tercan et al. 2021, FHNPI 2024). În jurul acestora, distanțele tampon pentru instalațiile solare variază între 10-100 m (media 80 m), pentru instalațiile eoliene sunt tipice distanțele mai mari, între 50 m și 1 km, dar distanțele de 100-200 m sunt cele mai frecvente (media 280 m). În unele cazuri, a fost luată în considerare și distanța de la linia de coastă (Giamalaki-Tsoutsos 2019, Sotiropoulou-Vavatsikos 2021, Tercan 2021), deoarece aceasta poate fi importantă din motive tehnice, de mediu și estetice. Pentru parcurile eoliene, distanța tampon utilizată poate fi de până la 1,5 km din cauza impactului vizual (în medie 800 m) și de 50 m pentru parcurile solare.

Pentru centralele solare sunt luate în considerare aspecte meteorologice precum temperatura, umiditatea și numărul de zile ploioase (Günen 2021, Tercan et al. 2021, Vrînceanu et al. 2022). Capacitatea de producție de energie a centralelor solare scade odată cu precipitațiile medii anuale, deoarece vremea umedă absoarbe o parte din radiația de undă scurtă. Zonele cu temperaturi medii mai scăzute sunt mai bune pentru creșterea eficienței fermelor solare. Performanța sistemelor fotovoltaice scade la temperaturi de peste 25°C. Regiunile cu umiditate relativă ridicată sunt mai puțin potrivite pentru producția de energie solară. Zonele cu viteză mare a vântului pot cauza, de asemenea, probleme tehnice în ceea ce privește amplasarea și exploatarea în condiții de siguranță (acoperire mai mare cu praf și particule de nisip) (Vrînceanu et al. 2022). În cazul parcurilor eoliene, căile de migrație a păsărilor, zonele de habitat ale păsărilor și adăposturile liliecilor sunt, de asemenea, luate în considerare ca și criterii de evaluare în mai multe studii (Karipoğlu et al. 2021, Tercan 2021, Demir et al. 2024, FHNPI 2024). Turbinele eoliene pot provoca coliziuni cu păsări sau lilieci, astfel încât turbinele eoliene ar trebui proiectate cât mai departe posibil de zonele importante pentru păsări, de căile de migrație ale păsărilor și de adăposturile liliecilor. Distanțele tampon tipice variază între 200 m și 3 km, în funcție de speciile care urmează să fie protejate. În jurul habitatelor de păsări și lilieci, distanța tampon medie este de 1-1,2 km; în jurul rutelor de migrație, distanța medie este de 2,8 km. Ghidul EUROBATS (2014) prevede, de asemenea, utilizarea zonelor tampon în jurul cuiburilor importante la nivel național și regional. De asemenea, trebuie luată în considerare prezența habitatelor existente sau potențial importante pentru lilieci, cum ar fi pădurile, arborii, liniile de arbori, rețelele de garduri vii, zonele umede, corpurile de apă, cursurile de apă și trecătorile montane, precum și pădurile recent plantate. O distanță tampon de cel puțin 200 m a fost definită pentru a fi utilizată în jurul tuturor tipurilor de păduri,



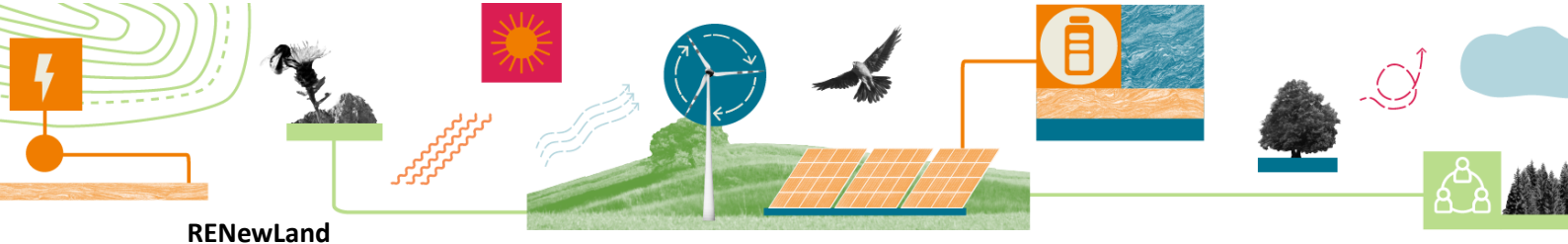
corpuri de apă sau zone umede enumerate mai sus. Distanța tampon ar trebui să fie măsurată de la raza exterioară a lamelor, nu de la axa turnului.

Să fie considerate zone excluse în temeiul Directivei UE (2023/2413): Siturile Natura 2000, ariile naturale protejate de interes național și internațional pentru conservarea naturii și a biodiversității. În aproape toate cazurile, ariile protejate de importanță internațională și națională sunt incluse în criteriile ce țin de mediul natural iar, unele studii, includ în această categorie și zonele de frumusețe naturală excepțională (*Watson-Hudson 2015, Finn-McKenzie 2020, Harper et al. 2018, FHNPI 2024*), în funcție de categoria de protecție aplicată în țara studiată. Mai multe studii menționează în mod specific tipurile de arii protejate luate în considerare. Ariile naturale protejate de importanță internațională sunt incluse în majoritatea cazurilor alături de cele de importanță națională (*de exemplu, Tegou et al. 2010, Latinopoulos-Kechagia 2015, Höfer et al. 2016, Harper et al. 2018, Finn-McKenzie 2020, Sotiropoulou-Vavatsikos 2021, Vrînceanu et al. 2022*): Situri de importanță comunitară (SCI) sau zone speciale de conservare (SAC), zone de protecție specială (SPA), situri RAMSAR, rezervații ale biosferei, situri ale patrimoniului mondial UNESCO - World Heritage Sites. *Shao et al. (2020)* au constatat, de asemenea, că printre parametrii de mediu, zonele protejate și corpurile de apă sunt luate în considerare în analize ca și criterii de excludere, mult mai des decât alte aspecte conexe. Implementarea parcurilor solare și eoliene trebuie să fie compatibilă cu sensibilitatea peisajelor naturale, din cauza impactului asupra faunei sălbatice, biodiversității sau cel estetic/vizual. Aceste zone sunt adesea excluse din analiză din cauza cerințelor legale și, în multe cazuri, au fost aplicate distanțe tampon. Distanțele tampon utilizate variază între 100 m și 1 km pentru parcurile solare (media 750 m) și între 300 m și 5 km pentru parcurile eoliene (media 1,7 km). Pentru a ține seama în mai mare măsură de aspectele legate de conservarea la nivel de peisaj, este posibil să se utilizeze analiza perspectivelor la nivel vizual (viewshed analysis) disponibile în GIS, fie în timpul procesului de cartografiere, fie pentru a evalua zonele rezultate în urma cartografierii.

În 2015, Grupul de lucru al asociațiilor de conservare a păsărilor din Germania a publicat un ghid general privind distanța față de ariile protejate importante pentru păsări (*CE 2024*), recomandând o distanță tampon de zece ori înălțimea turbinei (sau cel puțin 1,2 km).

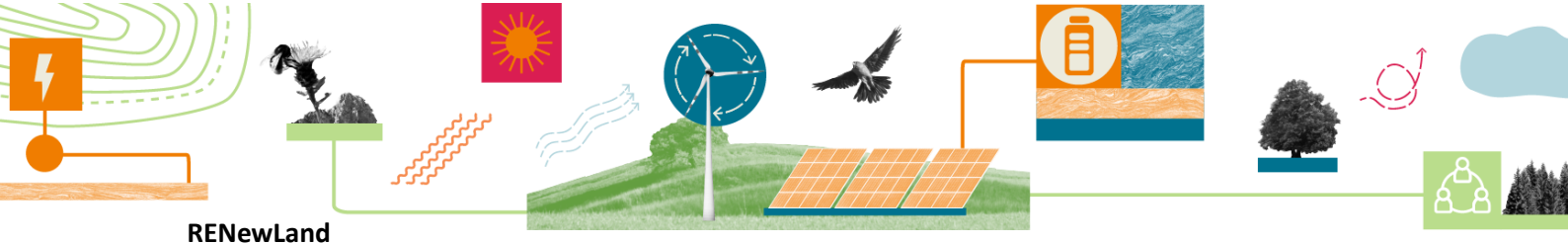
■ 2.2.3. Criterii socio-economice

Dintre aspectele socio-economice, cea mai frecventă este includerea zonelor construite, în special a zonelor rezidențiale (*Shao et al. 2020*). În cazul zonelor



urbane, poate exista un conflict între dezvoltarea spațială a zonelor rezidențiale și poluarea vizuală. De asemenea, parcurile eoliene generează zgomot și au un impact vizual semnificativ. Pe de altă parte, parcurile solare ar trebui amplasate cât mai aproape de așezări pentru a reduce costurile de transport și a asigura securitatea energetică (Höfer et al. 2016, Colak et al. 2020, Günen 2021, Sotiropoulou-Vavatsikos 2021, Tercan 2021, Tercan et al. 2021, Demir et al. 2024). Distanța tampon utilizată a fost de 500 m pentru instalațiile solare și variază de obicei între 400 m și 3 km pentru parcurile eoliene (în medie 1 km). JRC a utilizat o distanță tampon de 700 m pentru așezările rezidențiale, atât pentru centralele eoliene, cât și pentru cele solare, și de 500 m pentru siturile industriale pentru centralele solare (EEB 2024). Siturile patrimoniului mondial sau alte zone de patrimoniu istoric sunt adesea luate în considerare în funcție de cerințele legale ale țării studiate (Tegou et al. 2010, Latinopoulos-Kechagia 2015, Watson-Hudson 2015, Höfer et al. 2016, Giamalaki-Tsoutsos 2019, Finn-McKenzie 2020, Sotiropoulou-Vavatsikos 2021). În plus, suprafețele agricole (sau zonele irigate permanent, pășunile) sunt, de asemenea, evaluate uneori (Tegou et al. 2010, Watson-Hudson 2015, Sotiropoulou-Vavatsikos 2021), de obicei cu o distanță tampon de 200 m. În multe cazuri, vizibilitatea este luată în considerare prin aplicarea zonelor tampon (de exemplu, în jurul zonelor rezidențiale/patrimoniului istoric), dar există și analize în care au fost efectuate analize ale vizibilității, de exemplu, pentru așezări, situri arheologice, monumente, plaje, porturi sau destinații turistice (Tegou et al. 2010, Gigovic et al. 2017).

Echitatea socială este importantă în procesul de cartografiere. Diferiți indicatori socio-economici pot fi utilizați în timpul evaluării pentru a îmbunătăți, de exemplu, accesul la energie, distribuirea beneficiilor și asigurarea unor mecanisme corecte și echitabile de distribuire a beneficiilor. Posibili indicatori socio-economici care pot fi utilizați în cartografiere, de exemplu: densitatea populației, proximitatea față de așezările umane, rata șomajului, venitul gospodăriilor, proprietatea locală asupra proiectelor de energie regenerabilă, accesul la beneficii pentru gospodăriile cu venituri mici și vulnerabile. Accesul la resursele naturale, cum ar fi resursele de apă dulce și serviciile ecosistemice, trebuie, de asemenea, să fie luate în considerare (Sochi et al 2023, CAN Europe, 2024). Accesibilitatea unor astfel de resurse ar trebui să fie examinată în timpul unei evaluări a impactului asupra mediului, inclusiv impactul asupra populației locale. În literatura de specialitate există mai puține exemple de aplicare a acestora în analiza concretă a zonei de studiu. Cartografierea se bazează în principal pe zonele rezidențiale, așezări umane și distanța față de acestea. Dar, de exemplu, Gigovic (2017) a luat în considerare densitatea populației într-o abordare combinată AHP și GIS în Serbia, după cum urmează:



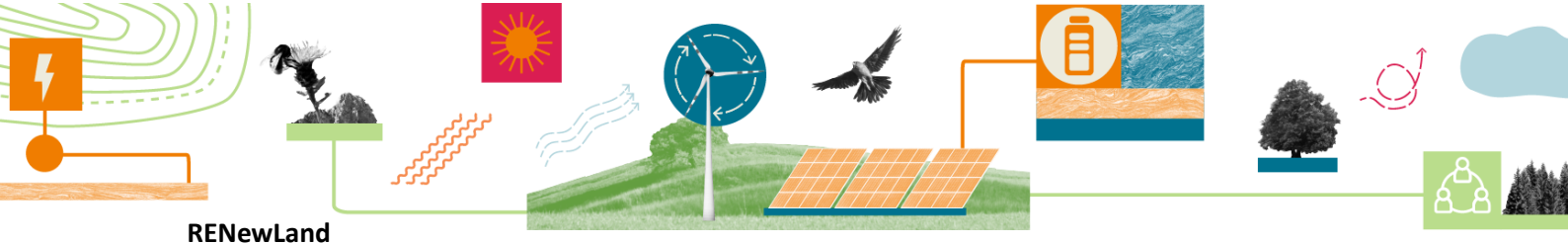
- adecvare foarte scăzută: $>110 \text{ p/km}^2$
- adecvare scăzută: $90-110 \text{ p/km}^2$
- adecvare moderat scăzută: $70-90 \text{ p/km}^2$
- adecvare moderată: $50-70 \text{ p/km}^2$
- adecvare moderat ridicată: $30-50 \text{ p/km}^2$
- adecvare ridicată: $10-30 \text{ p/km}^2$
- adecvare foarte ridicată: $<10 \text{ p/km}^2$

În literatura de specialitate pot exista considerații contradictorii, de exemplu, caracterul adecvat al zonelor cu densitate scăzută a populației - amplasarea mai aproape de marii consumatori. În cadrul analizei, acestea trebuie luate în considerare în mod individual și aplicate în funcție de obiectivul analizei.

Harper et al. (2019) au utilizat următorii parametri sociali, care influențează nivelul de acceptanță în planificarea turbinelor eoliene pe baza unui studiu anterior: procentul populației locale cu niveluri ridicate de calificare, vârsta medie, compoziția politică locală (politică, ponderea forței de muncă - % din consiliul local). Acestea, împreună cu parametrii suplimentari, au fost agregate într-o singură variabilă/un singur strat și utilizate pentru analiza MCDM-GIS ulterioară. EIHP (2021) în Croația a luat în considerare numărul de locuitori ca indicator social (în plus față de distanța față de așezări, valorile culturale, impactul vizual).

Zonele relevante pentru riscurile de inundații și zonele care necesită o protecție specială a apelor lor de suprafață și subterane sunt gestionate diferit de la o țară la alta, în absența unor dispoziții specifice. De exemplu, pe baza studiului CE (2024), Spania și Portugalia și proiectul din Croația (*EIHP-TNC 2021*) au exclus aceste zone din desemnarea RAA. Cu toate acestea, ele nu au fost excluse în Franța, deși necesită o atenție specială datorită sensibilității lor față de mediu. Studiul realizat de Öko-Institut e.V. (2024) sugerează că elementele existente ale infrastructurii de energie regenerabilă ar trebui să fie luate în considerare în timpul cartografierii. În acest fel, impactul cumulativ al proiectelor poate fi mai bine luat în considerare în procesul de planificare.

Informarea CAN Europe (2024) evidențiază potențialul utilizării multifuncționale a terenurilor, de exemplu agrivoltaicele, utilizarea multifuncțională favorizează sinergiile dintre producția de energie regenerabilă și alte utilizări ale terenurilor, acoperirea canalelor de irigații cu panouri solare. O altă modalitate posibilă de exploatare a utilizării duale a terenurilor este combinarea obiectivelor de refacere a naturii cu sursele de energie regenerabile. De exemplu, fermele solare pot contribui la refacerea terenurilor degradate atunci când sunt combinate cu practici agro-

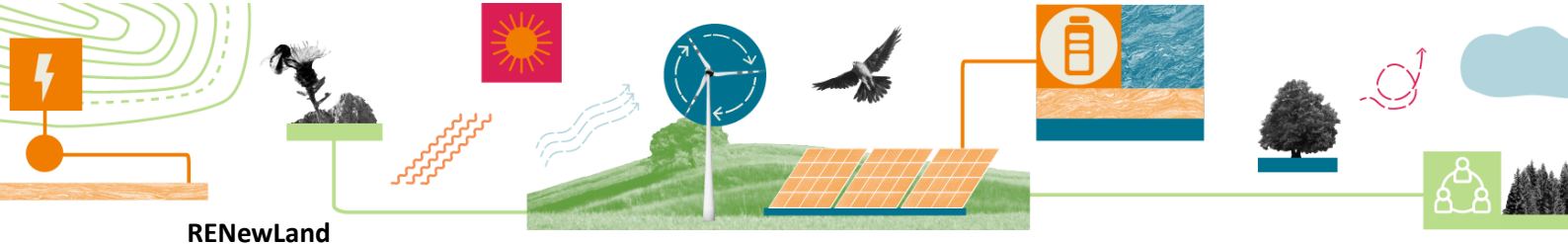


ecologice. Acest lucru poate contribui, de asemenea, la îmbunătățirea condițiilor solului și la creșterea biodiversității în zonă (CE 2024).

Tabelul 2 evidențiază unele dintre criteriile/indicatorii de excludere și intervalele lor de valori aplicate, sugerate de lucrările de cercetare rezumate în anexele 1-2. Sochi et al. (2023) prezintă praguri de severitate variabilă (scăzută-tipică-înaltă), dintre care includem valoarea tipică pentru comparație alături de rezumatul nostru din literatura de specialitate.

Tabelul 2: Rezumatul distanțelor tampon și al pragurilor din literatura de specialitate.

	Criterii	Energia solară			Energia eoliană			
		Criterii E - interval	Criterii E - medie	Sochi et al. 2023	Criterii E - interval	Criterii E - medie	Rediske și colab. 2021 - revizuire	Sochi et al. 2023
Tehnic	Conectarea la rețeaua electrică			> 10 km				> 10 km
	Rețea electrică de înaltă tensiune	< 0,1 km, > 10 km	< 0,1 km, > 10 km	< 0,2 km	< 0,1-0,5 km, > 2-10 km	< 0,25 km, > 6 km		< 0,2 km
	Drumuri	< 0,05-0,1 km, > 5 km	< 0,09 km, > 4,5 km	< 0,15 km, > 10 km	< 0,02-0,3 km, > 2,5-10 km	< 0,165 km, > 6,25 km	< 0,5 km	< 0,15 km, > 10 km
	Căi ferate	< 0,05-0,1 km	< 0,09 km	< 0,15 km	< 0,1-0,15 km	< 0,125 km		< 0,15 km
	Conducte de hidrocarburi	< 0,03-0,07 km	< 0,05 km	< 0,15 km	< 0,2	< 0,2		< 0,15 km
	Aeroporturi	< 0,05 km	< 0,05 km	< 5 km	< 0,5-10 km	< 3,44 km	< 2,5 km	< 5 km
	Antene, radare și stații de telecomunicații				< 0,25-1 km	< 0,5 km		< 0,5 km
	Zone militare	< 0,1 km	< 0,1 km		< 0,1-10 km	< 4,6 km	< 5 km	
	Potențialul energetic solar (kWh/m ² /an)	< 1000-1200	< 1130	< 1095				
	Viteza medie a vântului	> 6 m/s	> 6 m/s		< 3,5-6 m/s	< 4,4 m/s	7-25 m/s	5 m/s
Mediunatural	Zone inundabile				< 0,5 km	< 0,5 km		
	Perioada de însorire	< 1800 h	< 1800 h					
	Temperatura medie	< 5°C	< 5 °C					
	Panta	> 9-28 %	> 20 %	> 10 %	> 7-30%	> 22,6 %	> 15-25° (27-45%)	> 10 %
	Elevația	> 1000-3000 m	> 1875 m				> 2000 m	> 2000 m
	Linii de falie seismică				< 0,15-0,5 km	< 0,33 km		
	Zone forestiere	< 0,1 km	< 0,1 km	< 0,3 km	< 0,2 km	< 0,2 km		< 0,3 km
	Corpuri de apă	< 0,01-0,1 km	< 0,075 km	< 0,3 km	< 0,05-0,2 km	< 0,11 km	< 0,4 km	< 0,3 km
	Zone umede	< 0,1 km	< 0,1 km	< 1 km	< 0,1-1 km	< 0,55 km		< 1 km
	Căile de migrație a păsărilor				< 2,5-3 km	< 2,8 km		
	Habitat pentru păsări				< 0,2-3 km	< 1,2 km		
	Habitat de lilieci				< 1 km	< 1 km		
	Dune de nisip				< 1 km	< 1 km		
	Linie de coastă, țărm	< 0,05-1 km	< 0,525 km	< 1 km	< 0,1-1,5 km	< 0,87 km		< 1 km

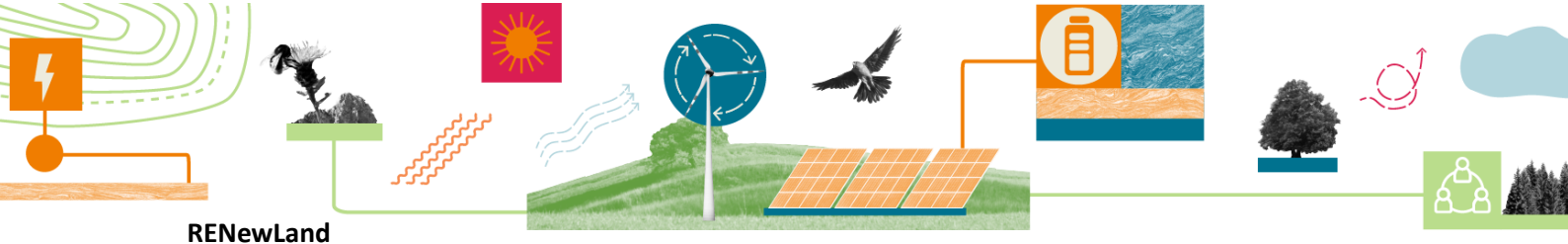


	Alunecări de zăpadă, alunecări de teren				< 1 km	< 1 km		
	Arii naturale protejate	< 0,5-1 km	< 0,8 km	< 1 km	< 0,3-5 km	< 1,7 km	< 0,5-1 km/ 1-5 km	< 1 km
	Zone de frumusețe naturală excepțională	< 0,5-1 km	< 0,75 km		< 1-2 km	< 1,5 km		
S o c i e t a r i e	Situri ale patrimoniului UNESCO	< 0,5-1 km	< 0,75 km		< 1 km	< 1 km		
	Patrimoniu istoric / cultural	< 0,01-1 km	< 0,53 km		< 0,5-1 km	< 0,7 km	< 0,2 km	
	Zone urbane	< 0,1-0,5 km	< 0,42 km	< 0,8 km	< 0,4-3 km	< 1 km	< 1-3 km	< 0,8 km
	Facilități turistice, destinații turistice				< 1 km	< 1 km		
	Suprafețe agricole			< 0,05 km	< 0,2 km	< 0,2 km	< 0,5 km	
	Pășuni				< 0,2 km	< 0,2 km		
	Zone industriale, zone miniere			< 0,1 km	< 0,5 km	< 0,5 km		< 0,1 km
	Centrala electrică			< 0,15 km				< 0,15 km
	Turbine eoliene			< 0,3 km				< 0,3 km

Criterii E = Criterii de excludere

○ 2.3. Metode (MCDM - GIS) aplicate în literatura de specialitate

Având în vedere că alegerea locației diferitelor proiecte de dezvoltare este, de obicei, o sarcină dificilă și necesită cooperarea multisectorială și compromisul diferitelor perspective și priorități, proiectele energetice utilizează într-o anumită formă un instrument multicriterial de luare a deciziilor (MCDM) (tabelul 3). De-a lungul anilor, instrumentele MCDM de bază au fost extinse cu date bazate pe Procesul analitic ierarhic (AHP) și Sistemul de informații geografice (GIS). Primele exemple de utilizare a unor astfel de instrumente mixte pot fi găsite în selectarea amplasamentului depozitelor de deșeuri (Amiri et al. 2022). Ulterior, pe măsură ce utilizarea dispozitivelor mixte a devenit o metodă standardizată și acceptată de luare a deciziilor, diferite domenii ale energiei și-au încorporat aceste instrumente și metode, inclusiv energia eoliană offshore (Abdel-Basset et al. 2021) și onshore (Rehmann et al. 2020) și energia solară (Kocabaldir-Yücel 2020). Toate studiile analizate anterior în acest studiu au utilizat împreună metodele MCDM și GIS. Unele studii privind adecvarea siturilor utilizează geostatistica și Programarea R pentru a rezolva probleme complexe de evaluare sau optimizare spațială (Kaya et al 2019). În plus față de AHP, există multe metode MCDM, cum ar fi TOPSIS, analiza anvelopei de date (DEA) și algoritmul decizional utilizând teoria mulțimilor vagi, care sunt instrumente utilizate frecvent în domeniul planificării și gestionării energiei.

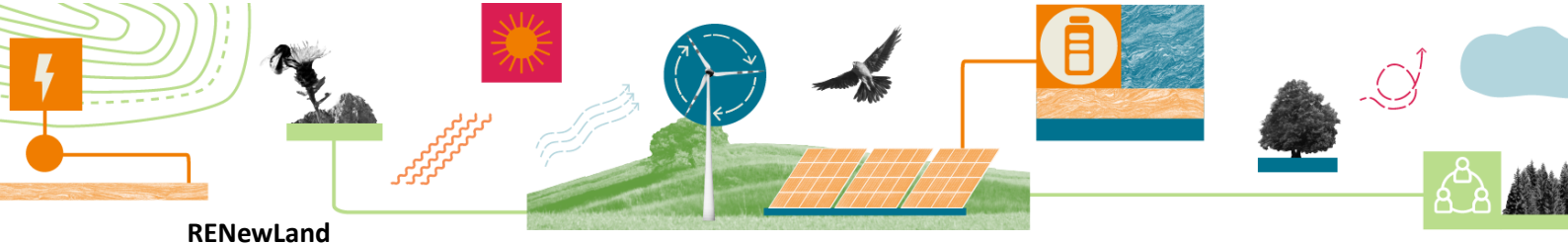


Cea mai comună dintre metodele MCDM utilizate în sarcinile de selectare a amplasamentului instalațiilor este AHP, care utilizează comparații pe perechi pentru a evalua importanța relativă a fiecărui factor de decizie. Aceasta ajută la analiza problemelor decizionale complexe. Metoda implică adesea experți din diferite domenii legate de energia regenerabilă. Aceasta permite luarea în considerare a unei combinații de factori diferiți, de exemplu tehnici, economici, de mediu, sociali etc., la selectarea amplasamentelor (Höfer et al. 2010, Tegou et al. 2010, Latinopoulos-Kechagia 2015, Watson-Hudson 2015, Colak et al. 2020, Finn-McKenzie 2020, Günen 2021, Demir et al. 2024). În plus, combinația liniară ponderată sau metoda WLC este adesea utilizată (Latinopoulos-Kechagia 2015, Gigovic et al. 2017, Tercan 2021, Tercan et al. 2021). Aceasta este o abordare de agregare utilizată pentru a combina criteriile. În cadrul acestei abordări, fiecare factor este înmulțit cu o pondere, iar rezultatele sunt însumate folosind o algebră cartografică pentru a obține indicele final de adecvare. În mai multe cazuri, au fost luate în considerare diferite scenarii pentru harta adecvării, utilizând ponderi diferite, de exemplu, modele economice sau de mediu. Acest lucru ajută, de asemenea, la examinarea sensibilității modelului, care contribuie la explorarea modului în care aplicarea diferitelor ponderi afectează rezultatele. Pentru detalii suplimentare se va consulta secțiunea 4.2.

Tabelul 3: Metode aplicate în literatura de specialitate. **AHP**: analytic hierarchy process; **ANP**: analytic network process; **WLC**: weighted linear combination; **BWM**: best-worst method; **WO**: Weighted Overlay, **PR**: PROMETHEE, **IDW**: inverse distance weighted

	Metode MCDM									GIS	Analiza scenariu lui
	AHP	ANP	WLC	DEMATEL	MABAC	BWM	WO	PR	IDW		
Latinopoulos-Kechagia 2015	x		x							x	x
Watson-Hudson 2015	x									x	x
Gigovic et al 2017		x	x	x	x					x	x
Giamalaki-Tsoutsos 2019	x									x	x
Finn-McKenzie 2020	x									x	
Colak et al. 2020	x									x	
Günen 2021	x									x	
Tercan et al 2021	x		x							x	
Vrînceanu et al. 2022							x			x	





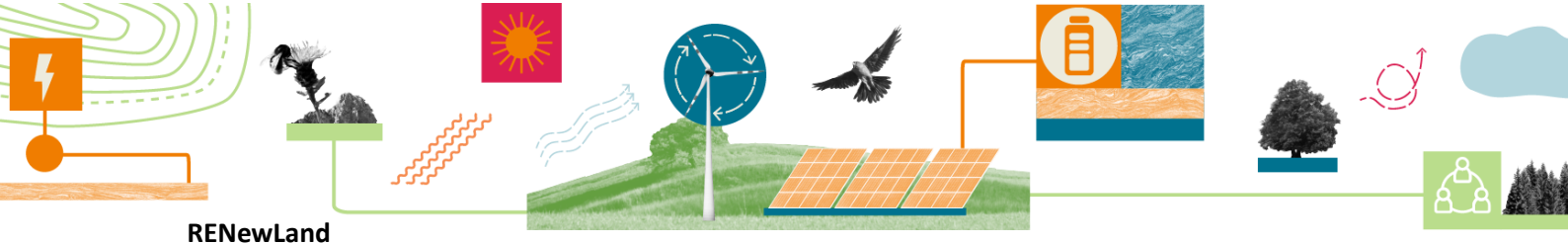
RENewLand

Tegou et al 2010	x									x	x
Höfer et al 2010	x									x	x
Demir et al 2024	x									x	
Sotiropoulou-Vavatsikos 2021								x		x	x
Tercan 2021			x				x			x	

Rezultatele ponderării AHP în analizele examinate depind de aspectele luate în considerare în cercetare, de zona de studiu și de scenariile utilizate. Höfer et al. (2016) au prezentat ponderea utilizată în importanță relativă [%] din AHP. În analiza lor, potențialul energetic eolian a primit cea mai mare pondere, iar distanța față de mediile naturale și distanța față de zonele urbane a fost, de asemenea, un factor important. Tercan (2021) a efectuat o analiză AHP cu șase experți, iar ponderile medii obținute sunt prezentate în tabelul 4. Viteza vântului a fost considerată cel mai important factor și în acest caz, urmată de acoperirea solului, proximitatea față de anumite zone de conservare și proximitatea față de așezările urbane. Pentru centralele solare, exemple de ponderi utilizate pot fi găsite în analiza lui Günen (2021). În acest caz, cea mai mare pondere a fost acordată GHI și aspectului, urmate de distanța față de rețeaua de linii electrice. De asemenea, acoperirea solului (inclusiv ariile naturale protejate) și temperatura medie anuală au fost luate în considerare cu ponderi ridicate. Acestea sunt urmate de distanța față de așezări. Analizele arată că potențialul se află în vârful ponderii. Zonele protejate, acoperirea solului și distanța față de așezările umane primesc în general o pondere mai mare în ceea ce privește factorii care afectează sensibilitatea.

Tabelul 4: Exemple din literatura de specialitate pentru ponderarea AHP

Höfer et al. 2016		Tercan 2021		Günen 2021	
Criterii	Importanță relativă (%)	Criterii	Greutăți	Criterii	Greutăți
Potențialul energiei eoliene	21.6	Viteza vântului	0.2301	GHI	0.5556
Mediile naturale	20.4	Acoperirea/utilizarea terenurilor	0.2041	Aspect	0.5278
Zone urbane	18.5	Zone de conservare specifice	0.1059	Rețea de linii electrice	0.4140
Rețea electrică	8.0	Așezări urbane	0.1053	Utilizarea/acoperirea terenului	0.3325
Rețea de drumuri	7.4	Panta	0.0879	Temperatura medie anuală	0.2141
Locuri de interes	7.2	Zone umede și IBZ	0.0775	Așezări umane	0.1698



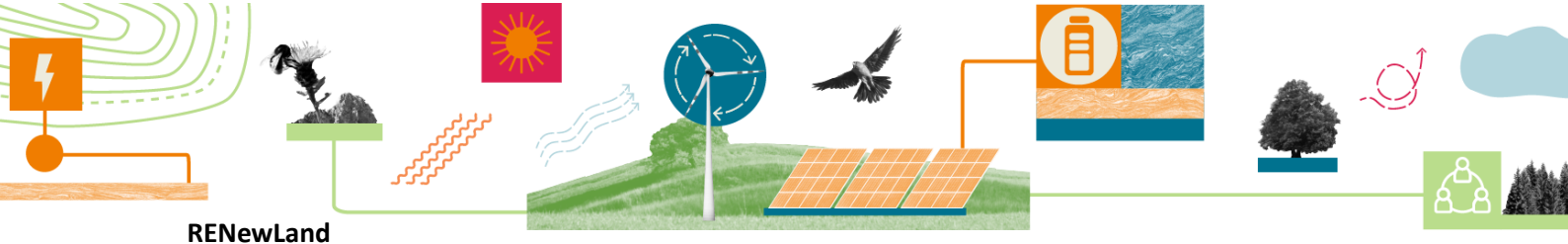
Arhitectură peisagistică	6.2	Linii de transmisie	0.0749	Rețea de transport rutier	0.1464
Tipul de acoperire a terenului	6.0	Aeroporturi	0.0637	Panta	0.1397
Panta terenului	4.6	Drumuri principale	0.0507	Precipitații medii anuale	0.1186
				Umiditatea relativă medie anuală	0.1117
				Linii de falie seismică	0.1016
				Lacuri și baraje	0.0592
				Râuri	0.0592
				Rețeaua de transport feroviar	0.0498

○ 2.4 Rezumat al altor informații conexe din cadrul proiectului RENewLand

În cadrul proiectului RENewLand, Trinomics a realizat un studiu în 2024, în care au fost prezentate bunele practici în domeniul amenajării teritoriului și au fost propuse metode de aplicat. De asemenea, au fost prezentate bune practici în ceea ce privește mediul legislativ, cooperarea instituțională și implicarea părților interesate. Prezentul studiu se concentrează pe aplicarea bunelor practici legate de procesul de cartografiere a zonelor de accelerare.

În Portugalia, a fost aplicată cartografierea sensibilității, prin care au fost colectate date privind zonele care trebuie excluse, a fost construită o bază de date GIS, iar potențialele zone de accelerare au fost cele care nu prezentau niciun factor limitativ, în final fiind examinate scenariile. În Croația, a fost aplicată o abordare similară folosind cartografierea sensibilității, prin care au fost definite zonele care urmau să fie excluse, apoi au fost identificate zonele extrem de sensibile (care nu sunt întotdeauna protejate din punct de vedere juridic, dar sunt adesea supuse unui anumit grad de conservare și management durabil), iar zona rămasă a fost evaluată în funcție de mai multe criterii utilizând o analiză multicriterială. În Republica Cehă, zonele "go to" au fost definite pentru a identifica zonele adecvate pentru proiectele eoliene și solare, utilizând o abordare multicriterială și în mai multe etape. Aceste zone de excludere au fost suprapuse pe harta zonelor potențial viabile pentru dezvoltarea centralelor de energie regenerabilă. În această țară, zonele aviatice sau zonele critice pentru apărarea națională au fost evaluate de la caz la caz.

Bune practici pentru cartografiere pe baza studiului Trinomics:



RENewLand

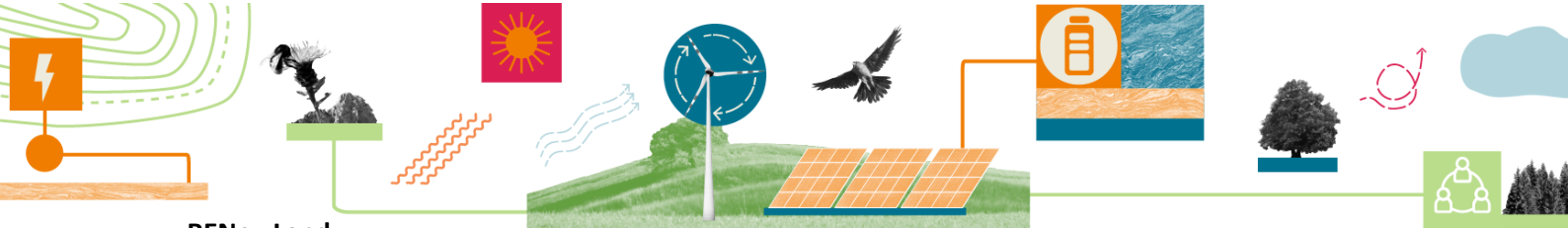
- Identificarea și gestionarea zonelor controversate - cele care nu sunt luate în considerare pentru excludere directă în temeiul Directivei privind Energia Regenerabilă (revizuită), dar în care amplasarea zonelor de accelerare ar putea genera conflicte.
- Elaborarea și utilizarea instrumentelor de luare a deciziilor - aceste instrumente pot contribui la soluționarea conflictelor locale și la echilibrarea utilizărilor concurente ale terenurilor, oferind o abordare structurată pentru evaluarea și/sau clasificarea zonelor potențiale pentru proiectele de energie regenerabilă și oferind o înțelegere mai clară a disponibilității terenurilor și a compromisurilor potențiale implicate în excluderea zonelor sensibile.
- Clasificarea zonelor potențiale - în plus față de cartografierea zonelor adecvate, identificarea celei mai bune locații candidate constă în clasificarea nivelului de adecvare a fiecărei zone.
- Elaborarea de scenarii diferite - ajută la explicitarea "ponderii" cu privire la suprafețele importante care se supun excluderii.

○ 2.5 Informații privind principiile naționale

Anterior, în cadrul proiectului RENEwland, au fost organizate întâlniri de consultare a factorilor de interes și un chestionar pentru a defini principiile naționale ale țărilor studiate. Pe baza informațiilor colectate, au fost identificate următoarele provocări și principii pentru cartarea și desemnarea zonelor de accelerare pentru energia regenerabilă în Bulgaria, Ungaria și România, care ar trebui luate în considerare la elaborarea metodologiei de cartografiere (tabelul 5).

Tabelul 5: Principii naționale legate de desemnarea RAA.

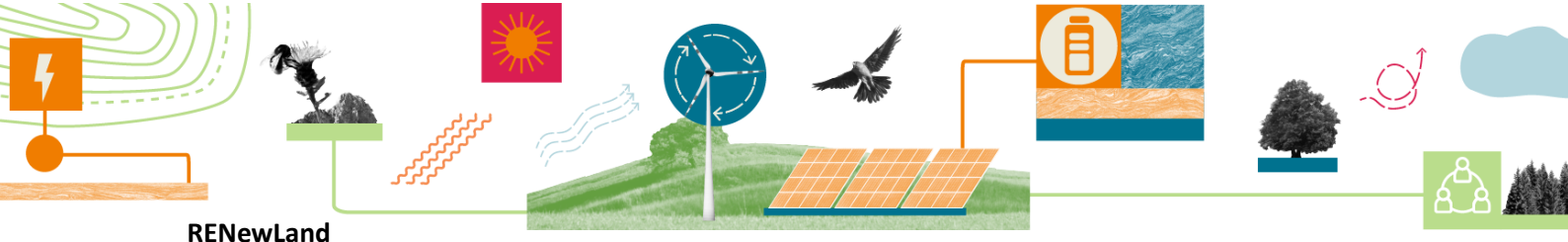
Bulgaria	Ungaria	România
Prioritizarea zonelor degradate (și a zonelor urbane)		
Criterii de excludere: • zonele naturale, protejate la nivel național sau internațional, reprezintă o prioritate • coridoare ecologice importante și hotspot-uri de biodiversitate în afara ariilor naturale protejate • locuri importante de reproducere, creștere, iernare și migrație		
Protecția peisajelor, a pajiștilor și a celor mai valoroase soluri		
Corelarea zonelor de producție de energie cu zonele de consum		
Nevoia de date standardizate, de înaltă calitate, detaliate și actualizate		
Praguri de adecvare tehnică: • Densitatea vântului $\geq 300 \text{ W/m}^2$, viteza vântului $\geq 6 \text{ m/s}$ la 150m	Praguri de adecvare tehnică: • puterea vântului: $> 300 \text{ W/m}^2$ la 150m, viteza vântului $> 6 \text{ m/s}$ • Panta pentru PV: $> 10^\circ$	Alte criterii importante: • Zone cu potențial ridicat de refacere ecologică (de exemplu, zone



RENewLand

• Zone geologic stabile, risc scăzut de eroziune, risc scăzut de cutremure • Potențial energetic PV ≥ 1200 kWh/kWp • Panta (pentru PV): $<10\%$ (zone neurbane), $<45\%$ (zone urbane) • Pentru PV: expuneri cu prioritate ridicată: S, SE, SW; prioritate medie: NE, NW; prioritate scăzută: N, cu pantă prea mare • Prioritate: zone situate la mai puțin de 10 km de cea mai apropiată substație existentă • Cât mai aproape posibil de locațiile cu un consum ridicat de energie electrică Alte criterii importante și distanțe tampon/ praguri: • Zone riverane cu zone tampon (<i>excludere</i>) • Păduri • Terenuri agricole extrem de fertile • Câmpuri de joc • Râuri, lacuri, zone umede, fâșii de plajă, dune de nisip • Ecosisteme de ierburi naturale și seminaturale, tufișuri, stânci, alte zone cu potențial pentru o biodiversitate ridicată • Servicii ecosistemice* • Așezări: min. 500 m	• Puncte de conectare existente • trasee (planificate) de infrastructură liniară: 50 - 250 m Alte criterii importante și distanțe tampon/ praguri: • Zone protejate de conservare a naturii (<i>excludere</i>): vânt - 1500 m, PV - câteva 100 de metri • SPA; situri Ramsar; habitate ale păsărilor migratoare; ape > 10 ha și sunt cel puțin de importanță regională pentru păsările de apă: 1200-5000 m pentru vânt • Locuri importante de reproducere a lilieciilor, deschideri de peșteri și deschideri de mine: 1000 m • Păduri (<i>excludere</i>): 200-250 m • Zone de protecție a acviferelor și carsturi deschise (<i>excludere pentru PV</i>) • Zonă umedă fără acoperire permanentă cu apă (<i>excludere pentru PV</i>) • Situri ale patrimoniului mondial (<i>excludere pentru vânt</i>) • Pajiști (<i>excludere pentru PV</i>) • Zone umede, corpuri de apă, cursuri de apă importante: 200-500 m pentru PV • Specii extrem de protejate • Protecția zonelor cu valoare peisagistică excepțională • Valori culturale: 150 m pentru vânt • Zone rezidențiale și construite: 700 m pentru vânt • Radare: 10-24 km • Prioritate: zone în care a avut deja loc transformarea peisajului, terenuri arabile degradate	umede/situri de refacere a câmpiilor inundabile) • Capacitatea rețelei de transport și distribuție • Terenuri arabile de calitate scăzută
Alte principii: • Compararea rezultatelor cu zonele necesare pentru atingerea obiectivelor naționale privind energia din surse regenerabile	Alte principii: • Ar trebui desemnate zonele în care starea naturală nu se va deteriora în continuare • Analiza relației dintre RAA identificate prin metode spațiale (localizare și dimensiune)	Alte principii: • RAA încurajate în zonele mai puțin dezvoltate din punct de vedere economic • După identificarea zonelor de excludere - identificarea potențialului de resurse și a potențialului de capacitate

- continuare pagina următoare -



* Servicii ecosistemice:

- ecosisteme naturale cu o mare importanță pentru reglarea calității aerului și a climei, a cantității și calității apei, a eroziunii solului;
- ecosisteme naturale cu importanță pentru reducerea frecvenței dezastrelor naturale;
- zone care sunt o sursă de hrană, polenizare și apă dulce;
- ecosisteme naturale cu importanță pentru patrimoniul cultural și ecoturism.

** Se recomandă o evaluare individuală pentru zonele tampon ale centurilor de arbori și rețelelor de garduri vii, siturile din patrimoniul mondial, aeroporturile

● 3. Date necesare pentru o analiză cuprinzătoare

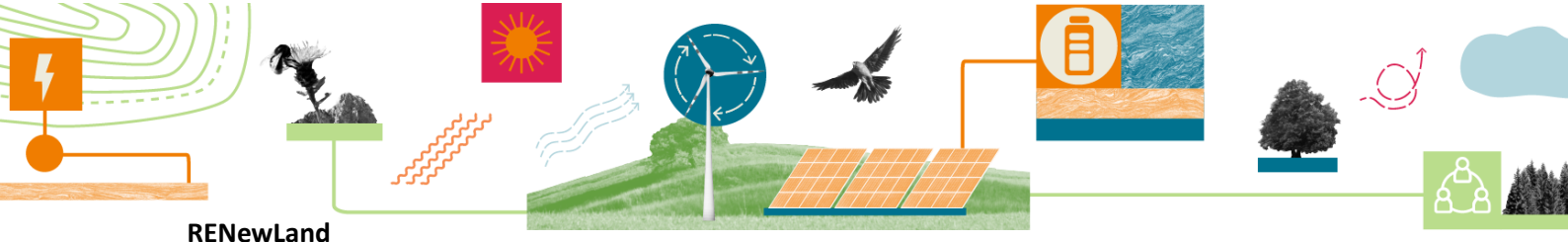
Acest capitol detaliază factorii de adecvare (criterii sau indicatori), armonizarea acestora și posibilitățile de grupare pe diferite categorii. Directiva RED conține aspecte teritoriale care ar trebui luate în considerare în procesul de planificare. Ar trebui să se acorde prioritate următoarelor zone:

- *"suprafețe artificiale și construite, cum ar fi acoperișurile și fațadele clădirilor,*
- *infrastructura de transport și împrejurimile directe, zonele de parcare,*
- *ferme,*
- *situri de deșeuri,*
- *situri industriale, mine,*
- *corpuri de apă interioare artificiale, lacuri sau rezervoare,*
- *după caz, situri de tratare a apelor reziduale urbane, terenuri degradate neutilizabile pentru agricultură"*

Ar trebui excluse următoarele zone:

- *"Situri Natura 2000 și zone desemnate în cadrul sistemelor naționale de protecție pentru conservarea naturii și a biodiversității,*
- *principalele rute de migrație ale păsărilor și mamiferelor marine,*
- *alte zone identificate pe baza hărților și a instrumentelor de sensibilitate (cu excepția suprafețelor artificiale și construite situate în zonele respective, cum ar fi acoperișurile, parcurile sau infrastructura de transport)"*

Pentru a pregăti o analiză complexă a potențialului unei zone care ia în considerare mai multe interese, trebuie să se țină seama de mai multe aspecte diferite. Experții trebuie să depună eforturi pentru a ajunge la o analiză cât mai completă încă din timpul procesului de selecție a criteriilor. În timpul alegerii criteriilor, trebuie luați în considerare toți factorii potențiali, de la cei cu impact semnificativ până la cei cu impact mai redus. Prin luarea în considerare a criteriilor și implicarea unei game



largi de criterii, este posibil să se evite un proces complicat, care necesită multă muncă și care se încheie cu un eșec sau cel puțin cu rezultate nesatisfăcătoare.

Majoritatea factorilor pot fi găsiți în mod uniform în orice zonă examinată, deci în diferite țări. De exemplu, se poate aștepta pretutindeni să se găsească zone cu o densitate a populației mai scăzută sau mai ridicată, chiar dacă intensitatea și distribuția factorilor poate varia de la o zonă la alta în cadrul aceleiași țări. În plus, pot exista factori specifici unui areali, care, datorită unicității lor, sunt caracteristici doar unei anumite zone geografice.

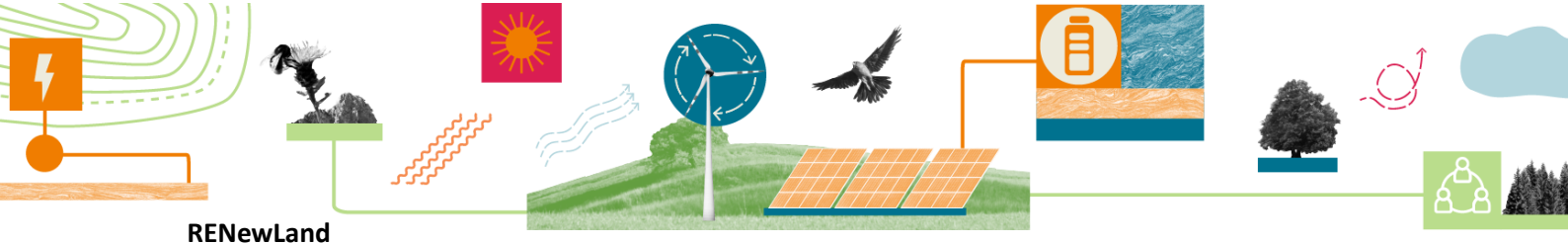
De asemenea, se poate întâmpla ca un anumit factor să fie prezent în diferite zone, dar interpretarea acestuia să difere ușor. Acesta este exemplul parcurilor naționale, care sunt o formă de protecție a naturii utilizată în multe țări europene, dar definiția lor juridică exactă diferă într-o anumită măsură de la o țară la alta, în ciuda eforturilor de armonizare juridică din UE. În astfel de cazuri, este utilă compararea factorilor clar corelați. Acest lucru ajută în mod semnificativ la simplificarea analizei, în timp ce trebuie să se renunțe doar la diferențele minore de detaliu.

Se poate presupune că diferenții factori se comportă în mod similar în toate țările examinate, și anume că habitatele păsărilor reprezintă o valoare naturală la fel de mare, iar o distanță de protecție trebuie păstrată pentru a proteja infrastructura linară critică în toate țările. Diferențele pot apărea în cuantumul amenziilor care pot fi impuse în cazul deteriorării habitatelor sau în definirea distanțelor de protecție, dar acest nivel de comparație ar necesita o investigație juridică detaliată, pe care autorii nu o întreprind. Domeniul de aplicare, relevanța și relațiile elementelor cu alți factori, în esență, este puțin probabil să aibă un impact semnificativ asupra rezultatelor în timpul desfășurării unei analize. Pe baza acestor elemente și ținând cont de necesitatea unei armonizări facile între factori, experții care efectuează examinarea au posibilitatea de a corela cu atenție anumiți factori între ei, în măsura în care acest lucru nu pune în pericol calitatea examinării. Acest lucru necesită o analiză atentă și, pe baza rezultatelor primare, poate necesita restructurarea armonizării într-un mod repetat.

În cazul unui criteriu cu un număr mare de componente, se vor grupa criteriile și se vor trata într-un mod uniform pe baza proprietăților lor similare. Gruparea joacă, de asemenea, un rol în simplificarea procesului de lucru ulterior, care este prezentat în studiul din secțiunea 4.2.

Aspectele propuse de consorțiul REnewLand, completate cu factorii propuși de autorii studiului, sunt prezentate în tabelul 6. În urma celor de mai sus, autorii propun și gruparea numeroșilor factori, acolo unde acest lucru este necesar și posibil. Numele factorilor grupați utilizați în AHP este prezentat în *Italic* în tabel.

Achiziționarea de date geospațiale sau date statistice adecvate poate fi o provocare atunci când este vorba de crearea unor baze de date geospațiale extinse pentru diferite regiuni și domenii. Sursele acestora pot fi oficiale (de la institute locale, organizații guvernamentale, sectorul academic și birouri de statistică), produse de

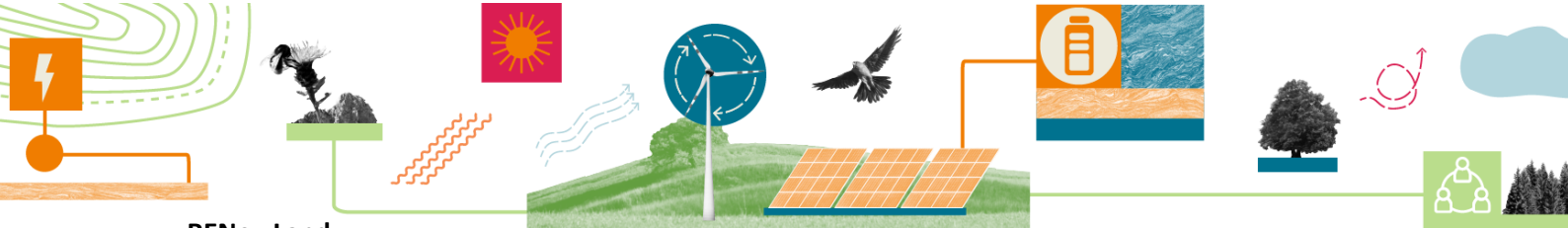


companii (produse ale companiilor private) sau surse deschise (surse disponibile publicului, uneori mai puțin fiabile). Deși sursele oficiale sunt considerate a fi una dintre cele mai fiabile, furnizarea de date către autoritățile naționale sau locale poate dura mult timp (pe baza experienței autorilor) și se întâmplă ca unele date să nu fie nici măcar disponibile (în principal pentru că producerea lor nu face parte din atribuțiile autorității sau instituției). În cazul în care datele respective lipsesc la nivel național sau local, acestea pot fi uneori descărcate din bazele de date ale UE sau ale altor instituții guvernamentale și centre de cercetare internaționale. Acestea sunt de cele mai multe ori disponibile gratuit, în principal în scopuri de cercetare. Datele lipsă pot fi adesea înlocuite prin implicarea unui operator de piață specializat în această sarcină, care poate furniza studii de teren sau date obținute prin teledetecție. Cu toate acestea, această metodă poate fi foarte costisitoare, în funcție de tipul de date. Utilizarea bazelor de date cu acces liber oferă acces gratuit și rapid, deși conținutul lor de date este adesea limitat sau de calitate inferioară.

Utilizatorul trebuie să își analizeze opțiunile, luând în considerare resursele financiare, termenele limită și cerințele privind calitatea datelor. În funcție de scopul sarcinii, de cerințele de calitate și de rezultatele așteptate, este util să se efectueze o cercetare aprofundată a accesibilității bazelor de date chiar înainte de începerea testelor. În cazul în care datele și indicatorii necesari lipsesc, trebuie să se acorde atenție înlocuirii acestora prin generarea de date noi, obținerea acestora din alte baze de date, modificarea datelor existente sau utilizarea de date de substituție.

Tabelul 6: Criteriile și grupurile de criterii care sunt sugerate a fi luate în considerare în timpul procesului de selecție a unei zone de accelerare pentru energia regenerabilă.

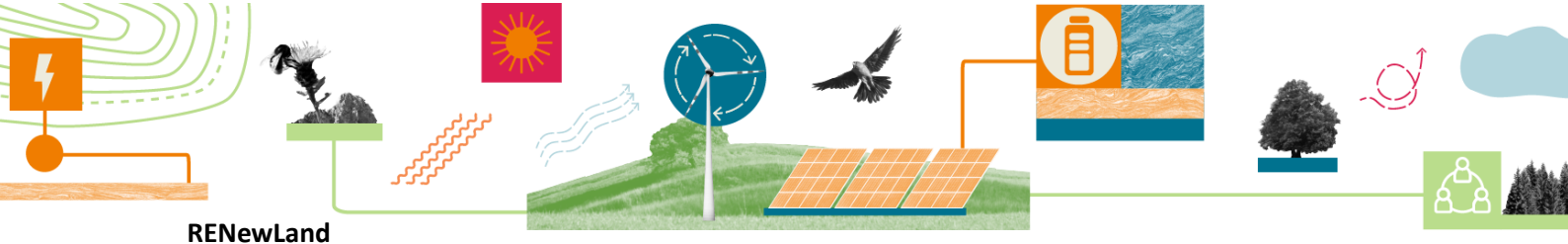
Criterii	Centrale eoliene			Centrale solare		
	Scenariul 1: Mediu	Scenariul 2: Tehnic	Scenariul 3: Socio-Economic	Scenariul 1: Mediu	Scenariul 2: Tehnic	Scenariul 3: Socio-Economic
Tehnic						
Punct de conectare la rețeaua electrică						
Drumuri principale						
Rețea electrică de înaltă tensiune						
Conducte de hidrocarburi						
Căi ferate						
Aeroporturi		Aviație	Aviație			
Stații radar						



RENewLand

Zone militare						
Viteza medie a vântului						
Iradiația orizontală globală						
Teren (model digital de elevație)						
Zone inundabile						
Rezerve de apă protejate						
Mediu-naturale						
Habitat de lilieci						
Căile de migrație și habitatele păsărilor						
Densitatea spațială a populației de păsări						
Corpuri de apă						
Zone umede						
Zone forestiere						
Pajiști și arbuști						
Natura 2000						
Zone de rezervație a biosferei UNESCO						
Situri din patrimoniul mondial UNESCO						
Situri Ramsar						
Parcuri naționale și alte zone sau obiecte de conservare a naturii						
Social-economice						
Zone locuite						
Alte zone construite						
Zone agricole cu productivitate ridicată						
Zone agricole și livezi						
Zone degradate și industriale						
Vizibilitate (de exemplu, rute turistice, puncte de belvedere)						
Zone cu protecție estetică a peisajului						
Indicator social						
Indicator economic						

- continuare pagina următoare
-



Criterii de excludere	Exclus în propria sa zonă și are o zonă tampon	DAHP
Criterii de excludere	Exclus în propria sa zonă	
Excludere + evaluare c.	Excluse în propria zonă (pot avea o zonă tampon) și au o adecvare treptată în funcție de distanță	
Criterii de evaluare	Acceptate în propria zonă și au o adecvare treptată în funcție de distanță	
	Nu este relevant	

● 4. Ghid metodologic pentru procedura de selecție a zonelor pretabile accelerării proiectelor de energie regenerabilă

○ 4.1 Recomandări bazate pe analiza literaturii de specialitate

După cum se poate observa din rezumatul literaturii de specialitate, evaluarea zonelor și selectarea locațiilor adecvate pentru instalațiile care utilizează surse regenerabile de energie se realizează deja cu ajutorul instrumentelor GIS bazate pe mulți ani de practică. Analiza geospațială diferă doar puțin în studiile diferiților autori, în timp ce comunicarea de bază și, în multe cazuri, instrumentele și etapele metodologice utilizate sunt aceleași. Acest studiu își propune, de asemenea, să se încadreze în această practică general acceptată. Etapele metodologice propuse sunt prezentate în figura 2 și sunt explicate mai detaliat în capitolele următoare.

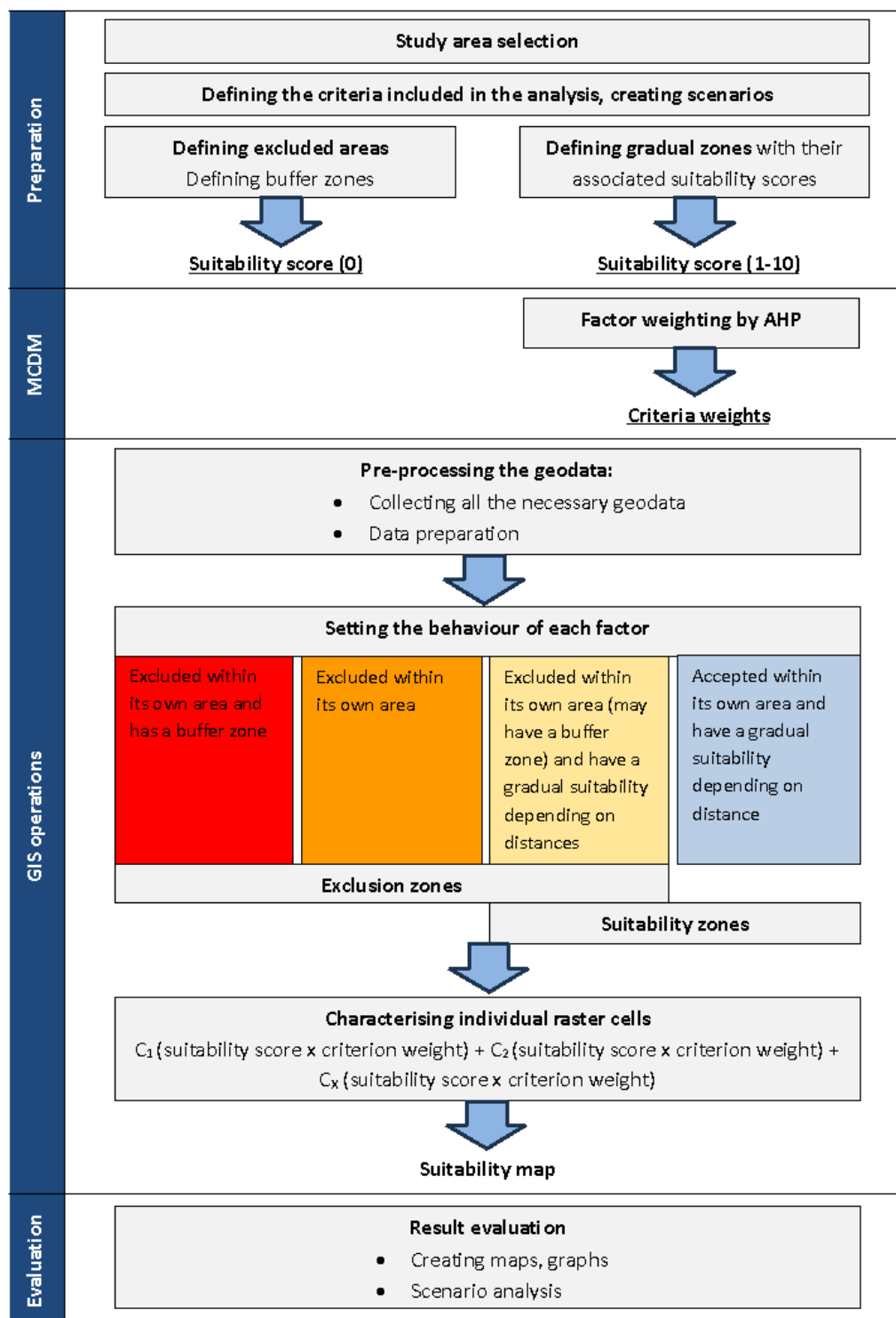
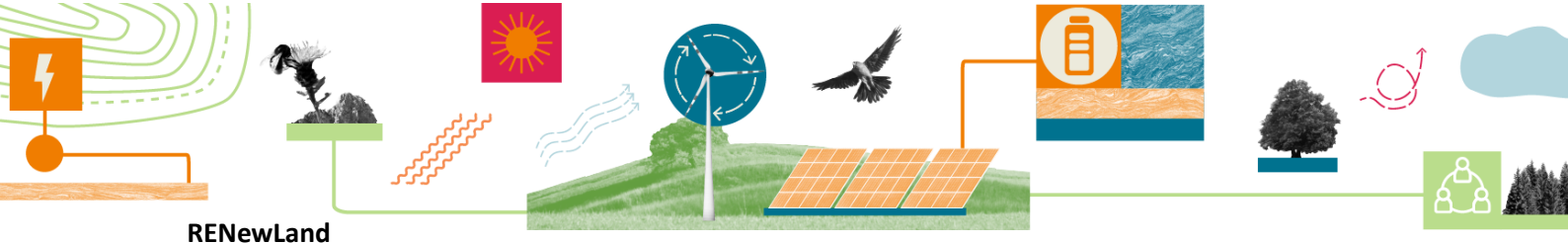
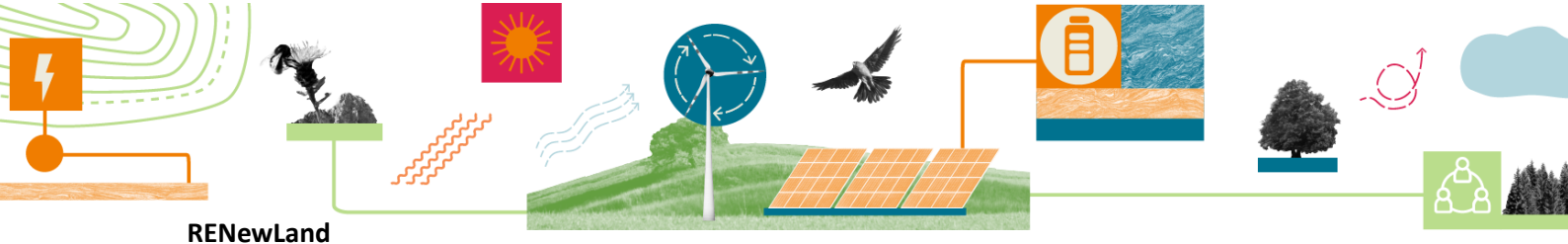


Figura 2: Procesul de evaluare recomandat

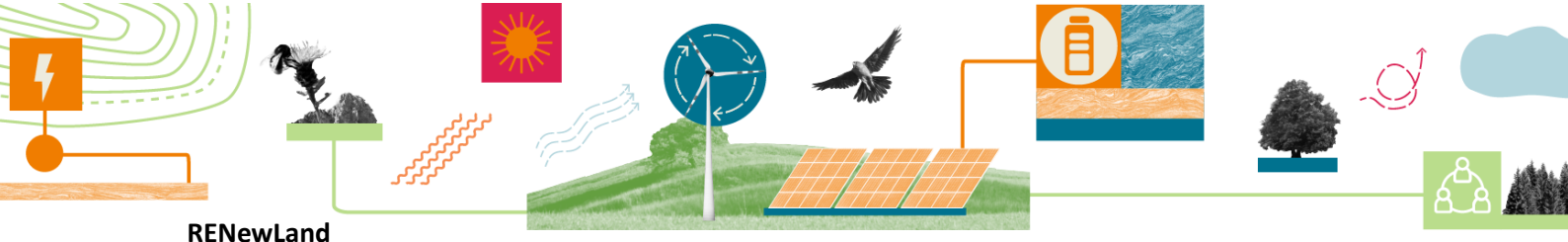


Pentru efectuarea analizelor, se recomandă software-ul ArcMap al platformei Esri ArcGIS, care nu numai că este cunoscut pentru fiabilitatea și credibilitatea sa generală, dar acest produs este probabil și cel mai răspândit software în rândul experților GIS. Cu toate acestea, este important de reținut că, în timpul pregătirii propunerii metodologice, sprijinul pentru ArcMap din partea dezvoltatorului va înceta în curând și va fi eliminat treptat. Locul său va fi luat de software-ul ArcGIS Pro, care, în ceea ce privește setul său de instrumente, prezintă suprapuneri semnificative cu predecesorul său, astfel încât se crede că aplicarea metodelor nu va cauza probleme experților care doresc deja să efectueze teste cu noul software. De asemenea, merită subliniat faptul că, în plus față de software-ul sugerat, sunt disponibile alte programe GIS (de exemplu, QGIS, Mapinfo Professional, Global Mapper etc.), care pot fi, de asemenea, potrivite pentru această sarcină. Instrumentele din aceste programe pot să difere ușor de programul sugerat (ArcMap).

○ **4.2 Ponderarea factorilor prin metoda multicriterială de luare a deciziilor**

Pe măsură ce ghidul metodologic intră în faza sa practică, acesta propune un proces de evaluare amănunțit pentru a evalua importanța relativă a fiecărui criteriu de analiză a potențialului a sitului/zonelor, utilizând ca și instrument Procesul ierarhic analitic (AHP - Analytic Hierarchy Process) (Saaty 1990). AHP este utilizat pe scară largă în analizele de evaluare a locației posibile a arealelor pentru diverse tehnologii, ceea ce îl face potrivit pentru evaluarea zonelor pentru sursele de energie regenerabile (SER), cum ar fi turbinele eoliene și parcurile fotovoltaice (solare). Cunoscut pentru abordarea sa sistematică și simplitate, AHP este un instrument eficient de luare a deciziilor multicriteriale (MCDM), prin urmare, autorii sugerează utilizarea acestei metode.

Factorii de decizie din matrice trebuie să determine, pe baza expertizei lor, cât de mult este mai important aspectul X decât aspectul Y într-o comparație pe perechi, pe care o notează folosind o scală de la 1 la 9, unde 1 = la fel de important; 3 = moderat de important; 5 = important; 7 = foarte important; 9 = extrem de important. Valorile intermediare de 2, 4, 6 și 8 pot fi, de asemenea, utilizate în timpul notării. Datorită structurii matricei, aspectul Y este, de asemenea, comparat cu X, apoi, prin definiție, este afișată reciproca valorii punctului dat în comparația X-Y. Valoarea comparării aspectului X cu el însuși este întotdeauna 1, adică este la fel de important.



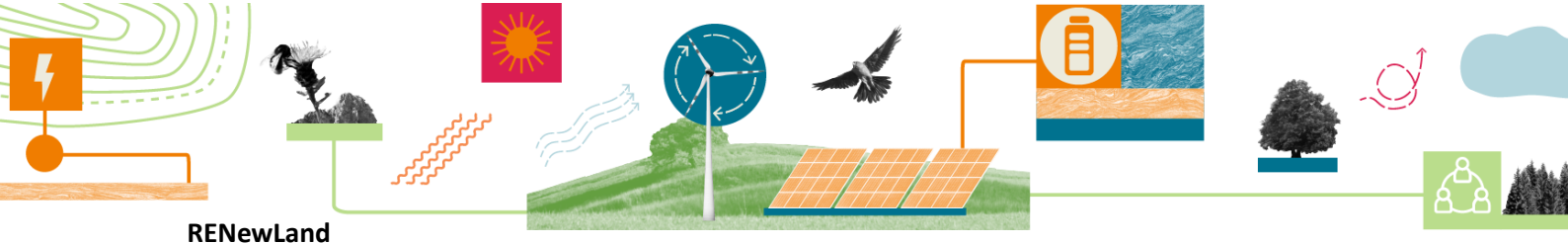
În această aplicație specifică AHP, criteriile sunt clasificate de experți în arhitectură, arhitectură peisagistică, geoinformatică, planificare regională și inginerie electrică (autorii). În ciuda opiniilor diferite privind importanța fiecărui criteriu, valorile din matricea AHP au fost stabilite prin acordul lor colectiv (tabelul 7). Valorile ponderilor din tabelul 7 pot fi exprimate și ca procente.

Obiective și interese diferite pot apărea în timpul evaluării importanței criteriilor. Pentru a reprezenta aceste aspecte, sunt propuse 3 abordări, adică scenarii:

- Abordare ecologică-naturală, axată pe conservarea naturii;
- Abordare tehnică, care face ca atât construcția cât și exploatarea centralelor electrice să fie mai puțin constrângătoare, restrictivă;
- Abordare socio-economică, acordând prioritate intereselor sociale și beneficiilor economice ale investițiilor.

Aceste scenarii servesc doar ca opțiuni oferite de autori care se pot lua în considerare atunci când își creează propria analiză. Prin urmare, nu este necesară aplicarea tuturor celor 3 scenarii în zona de studiu selectată sau combinarea lor în timpul analizei GIS.

Deși există asemănări evidente între abordări (de exemplu, interiorul parcurilor naționale sunt zone absolut interzise în conformitate cu Directiva RED), unele criterii sunt supra sau sub-reprezentate, favorizând una dintre abordări. Astfel, au fost create diferite matrici AHP pentru cele 2 tipuri de tehnologie -solar și eolian- prin aplicarea celor 3 abordări, rezultând 6 versiuni în total. Pentru analiza demonstrativă, a fost realizată, suplimentar, o analiză de tip AHP (tabelul 8 și rezultatele acesteia în tabelul 9). Valorile AHP determinate de experți au fost ajustate repetat pentru a menține un coeficient de coerență (CR-consistency ratio) acceptabil. Acest indicator arată coerența procesului decizional: clasificarea aspectelor poate fi considerată obiectivă și coerentă dacă $CR < 0,1$. Dacă, după o comparație pe perechi, valoarea CR este mai mare decât această limită, valorile din matrice trebuie modificate până când valoarea CR este mai mică de 0,1. O valoare ridicată a CR apare în principal atunci când în matrice sunt stabilite valori supraevaluate, astfel încât revizuirea acestor decizii ar putea contribui la scăderea CR. Pentru detalii suplimentare privind metodologia AHP, cititorul este invitat să consulte Saaty, 1990.



Tabelul 7: Valorile de ponderare pentru diferitele scenarii.

Centrale eoliene

Scenariul 1: Mediu

	Ponderea criteriilor
Punct de conectare la rețea	0,065
Proximitatea față de drumuri	0,028
Viteza medie a vântului	0,073
Panta terenului	0,045
Densitatea spațială a populației de păsări	0,189
Vegetație valoroasă	0,184
Zone naturale protejate	0,198
Zone cu terenuri utilizate anterior	0,051
Aspectul estetic	0,106
Indicatori socio-economici	0,062

Scenariul 2: Tehnic

	Ponderea criteriilor
Punct de conectare la rețea	0,272
Proximitatea față de drumuri	0,065
Aviație	0,085
Viteza medie a vântului	0,174
Panta terenului	0,141
Densitatea spațială a populației de păsări	0,051
Pajiști și arbuști	0,043
Zone cu terenuri utilizate anterior	0,099
Indicatori socio-economici	0,070

Scenariul 3: Socio-Economic

Ponderea
criteriilor

Centrale solare

Scenariul 1: Mediu

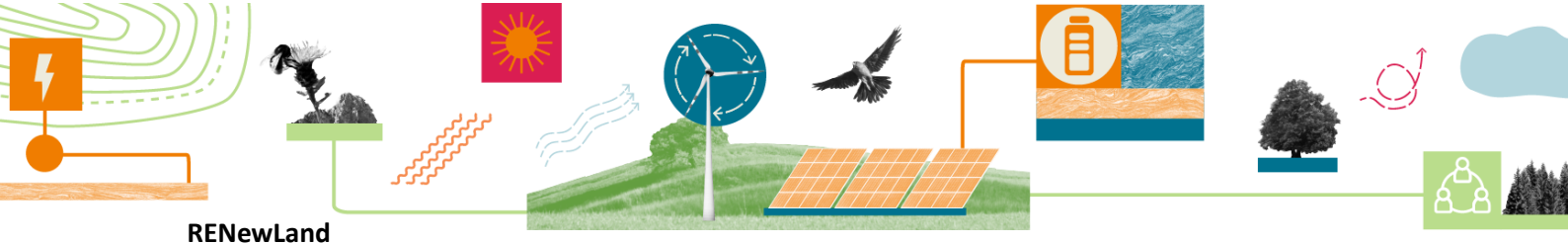
	Ponderea criteriilor
Punct de conectare la rețea	0,087
Proximitatea față de drumuri	0,033
Iradiația orizontală globală	0,036
Panta terenului	0,085
Vegetație valoroasă	0,183
Zone naturale protejate	0,275
Zone cu terenuri utilizate anterior	0,146
Aspectul estetic	0,068
Indicatori socio-economici	0,087

Scenariul 2: Tehnic

	Ponderea criteriilor
Punct de conectare la rețea	0,282
Proximitatea față de drumuri	0,061
Aeroporturi	0,031
Iradiația orizontală globală	0,128
Panta terenului	0,241
Pajiști și arbuști	0,070
Zone cu terenuri utilizate anterior	0,113
Indicatori socio-economici	0,073

Scenariul 3: Socio-Economic

Ponderea
criteriilor



Punct de conectare la rețea	0,144
Proximitatea față de drumuri	0,071
Aviație	0,028
Viteza medie a vântului	0,075
Panta terenului	0,046
Densitatea spațială a populației de păsări	0,046
Decontări	0,132
Zone cu terenuri utilizate anterior	0,080
Aspectul estetic	0,122
Indicatori socio-economici	0,257

Punct de conectare la rețea	0,157
Proximitatea față de drumuri	0,044
Aeroporturi	0,020
Iradiația orizontală globală	0,102
Panta terenului	0,109
Zone cu terenuri utilizate anterior	0,102
Aspectul estetic	0,133
Indicatori socio-economici	0,333

Tabelul 8: Matricea AHP pentru analiza demonstrativă.

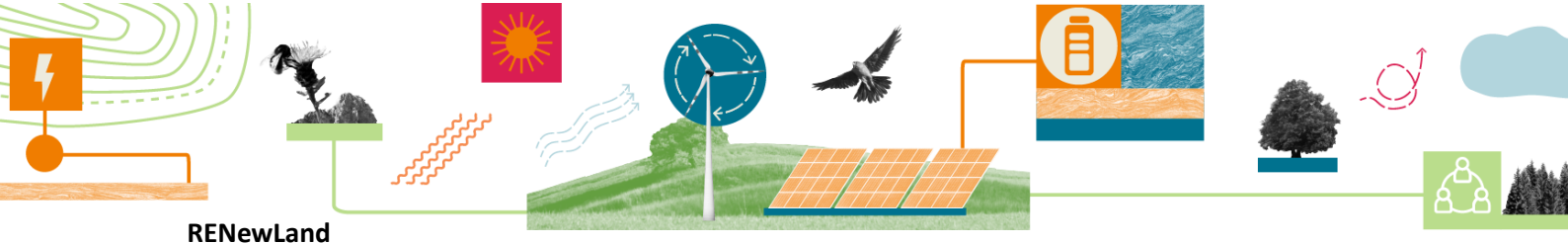
	Punct de conectare la rețea	Viteza medie a vântului	Zone naturale protejate	Performanță economică
Punct de conectare la rețea	1.00	3.00	0.33	2.00
Viteza medie a vântului	0.33	1.00	0.33	0.33
Zone naturale protejate	3.00	3.00	1.00	2.00
Performanță economică	0.50	3.03	0.50	1.00

Tabelul 9: Ponderea criteriilor ca rezultat al aplicării AHP pentru analiza demonstrativă.

Criterii	Ponderea criteriilor
Punct de conectare la rețea	0.259
Viteza medie a vântului	0.096
Zone naturale protejate	0.439
Performanță economică	0.206

○ 4.3 Operațiuni GIS

În cele ce urmează este furnizat un ghid detaliat pentru experții GIS. Ghidul pas cu pas este explicat în continuare printr-o analiză demonstrativă (menționată anterior în secțiunea 4.2), care este efectuată pentru o regiune maghiară selectată aleatoriu,



care este unitatea administrativă Pápa (LAU 1), cu o suprafață de 1022 km², situată în partea de nord-vest a țării.

■ 4.3.1 Pre-procesarea datelor geografice

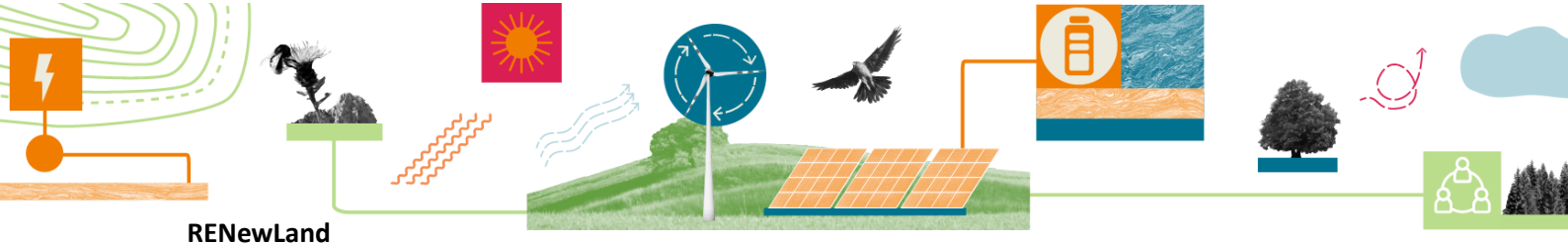
Colectarea tuturor datelor geografice necesare a fi incluse în analiză (lista sugerată a straturilor de date este prezentată în tabelul 6). Verificarea disponibilității datelor în cazul mai multor zone. În caz de discrepanță, se va completa deficitul din altă sursă. Pentru a evita lipsa unor straturi de date de mai mică importanță se recomandă să se ia în considerare cele mai importante surse de date. În acest caz, sarcina utilizatorului este de a decide dacă stratul de date care lipsește dintr-o zonă va fi ignorat și în timpul examinării celorlalte zone.

Se creează un nou fișier de proiect (.mxd în ArcGIS). Se setează proprietățile cadrului de date ca preferințe personale. Atenție: setarea sistemului de coordonate trebuie să fie un sistem de referință utilizat în mod obișnuit. Acesta poate fi unul național pe care regiunea sau țara dorită îl utilizează oficial (de exemplu, EO72 în Ungaria). Trebuie avut în vedere că utilizarea unuia dintre aceste sisteme de referință poate duce la distorsiuni semnificative mai departe de țara de origine. Acesta poate fi, de asemenea, un sistem de coordonate valabil la nivel mondial, cum ar fi WGS84 (World Geodetic System) sau UTM (Universal Transverse Mercator), care este o alegere bună pentru țările învecinate pentru a le gestiona într-un sistem uniform. Toate straturile de date, vectoriale și raster deopotrivă, trebuie să fie caracterizate de același sistem de referință.

Pentru straturile raster, se setează rezoluția raster (dimensiunea celulelor) la fel pentru toate celelalte straturi raster, chiar dacă acestea reprezintă informații geografice diferite. Pentru proiectul demonstrativ, s-a utilizat rezoluția spațială de 25 m pentru a putea reprezenta caracteristici mici în formate raster. O dimensiune mai mare a pixelilor ar însemna că unele dintre aceste caracteristici s-ar pierde sau ar deveni prea simplificate în timpul unui proces de rasterizare.

Este recomandabil să se combine/fuzioneze diferite straturi vectoriale (de exemplu, categorii de conservare a naturii) care sunt foarte asemănătoare în ceea ce privește proprietățile, importanța presupusă și impactul preconizat asupra rezultatelor. Se utilizează instrumentul *Merge* din setul de instrumente Geoprocessing.

Se selectează zona de studiu dorită. Aceasta este de obicei o unitate administrativă: o țară sau o regiune sau un județ/localitate. Se utilizează granițele acesteia (un strat vectorial poligonal) ca element de clip, cu ajutorul căruia utilizatorul poate crea subseturi ale altor straturi de date care se extind peste zona de studiu selectată



(figura 3). Luați în considerare crearea unei zone cu ajutorul instrumentului *Create Buffer*, deoarece unii factori din afara zonei de studiu pot afecta rezultatele din interiorul acesteia (de exemplu, rutele de migrație ale păsărilor). Se utilizează instrumentul *Clip* pentru straturile vectoriale, în timp ce instrumentul *Extract by Mask* este instrumentul necesar pentru straturile raster.

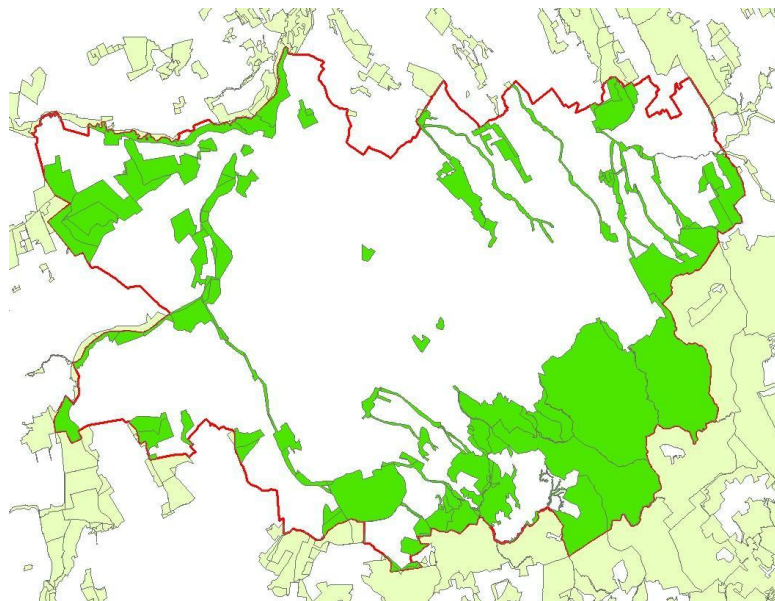
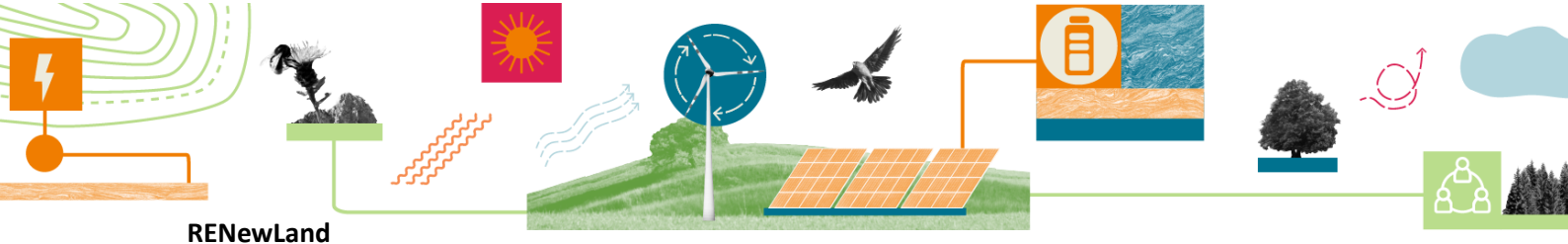


Figura 3. Decuparea elementelor vectoriale (zone de rezervație naturală) prin mascarea limitelor zonei administrative.

Toate straturile nou create trebuie salvate/exportate într-un mod structurat, fie într-o structură de foldere (.shp pentru fișiere vectoriale și .tiff sau format similar pentru fișiere raster), fie într-o bază de date Geodatabase, după preferința utilizatorului, ținând cont de scopurile ulterioare.

■ 4.3.2 Definirea zonelor tampon și a altor clase de adecvare

Tabelul 10 prezintă o schemă de clasificare a mai multor criterii luate în considerare, în conformitate cu literatura relevantă. Autorii au intenționat să propună și să aplice criterii care sunt diferite în ceea ce privește clasificarea, pentru a prezenta variantele alocării punctajului de potrivire a potențialei zone. Utilizatorul trebuie să definească zonele tampon și lățimea zonelor graduale pentru zonele care trebuie protejate și, de asemenea, să clasifice criteriile care nu sunt specificate ca factori dependenți de distanță, cum ar fi atributele socio-economice sau viteza vântului. Clasificarea ultimelor două criterii diferă. Clasificarea performanței economice (în acest caz,

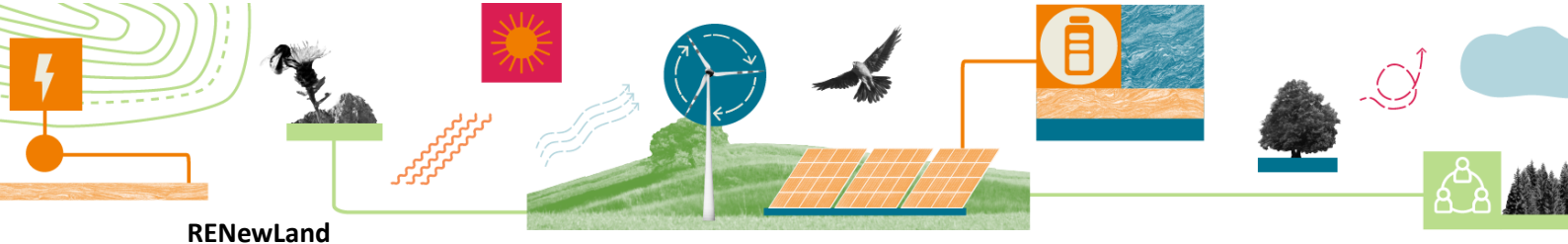


venitul total pe cap de locuitor al unei anumite aşezări) a fost realizată prin aplicarea distribuţiei *Natural Breaks*, în timp ce viteza vântului aplică distribuţia *Equal Interval*.

Distanţele tampon propuse de autori sunt prezentate în tabelele din anexele 3 şi 4. Este evident că, în cazul punctelor de racordare la electricitate, cu cât turbinele eoliene (sau parcul solar fotovoltaic) sunt mai apropiate, cu atât mai bine. Prin urmare, nu a fost definită nicio zonă de excludere, iar scorurile valorice scad în funcţie de distanţa de la punctul de conectare. (Reţineţi că autorii au folosit puncte de conexiune fictive, selectate aleatoriu de-a lungul liniilor electrice de nivel mediu de tensiune). Opusul se aplică zonelor naturale protejate, unde o distanţă mai mare este mai favorabilă, fiind definită, de asemenea, o interdicţie completă de 100 m suplimentari. Corpurile de apă sunt, de asemenea, zone interzise, dar nu au zone tampon de excludere, în timp ce, în cazul aşezărilor, a fost definită o zonă tampon de 700 m lăţime, în conformitate cu regulamentul maghiar. După 700 m, zona de studiu este considerată la fel de potrivită pentru dezvoltarea centralelor de energie regenerabilă.

Tabelul 10: Zone excluse, zone tampon şi zone graduale cu scorurile de adecvare asociate acestora pentru criteriile luate în considerare. (X înseamnă în zona sa proprie).

Punctaj de adecvare	Distanţa (m) de la				Performanţă economică (€/capita)	Viteza medie a vântului (m/s)
	Punct de conectare la reţeaua electrică	Zone naturale protejate	Corpuri de apă	Aşezări umane		
Zone excluse (0)		0-100	X	0-700		
1	4500 <	100-200				< 6.7
2	4000-4500	200-300			1700 <	6.7-7.0
3	3500-4000	300-400				7.0-7.3
4	3000-3500	400-500			1000-1700	7.3-7.6
5	2500-3000	500-600				7.6-7.9
6	2000-2500	600-700			700-1000	7.9-8.2
7	1500-2000	700-800				8.2-8.5
8	1000-1500	800-900			400-700	8.5-8.8
9	500-1000	900-1000				8.8-9.1
10	0-500	1000 <			< 400	9.1 <



RENewLand

■ 4.3.3 Operațiuni Raster

În conformitate cu tabelul 10, toate straturile raster trebuie reclasificate pentru a le asocia un scor valoric. Pentru straturile raster, cum ar fi viteza medie a vântului, care poate acoperi un spectru larg de valori, este necesară simplificarea. Se utilizează instrumentul *Reclasificare* pentru a defini categoriile. În timpul reclasificării stratului raster de viteză a vântului (viteza medie a vântului din Global Wind Atlas) (235 m, ≈ 2 grade) ar trebui să fie convertit la o rezoluție mai fină în timpul procesului *Reclassify*. Acest lucru se poate face utilizând setările *Raster Analysis* din *Environments* (Fig. 4.). În câmpul corespunzător, valoarea înseamnă unitatea liniară a stratului, în acest caz în metri. Rețineți că o rezoluție mai fină înseamnă nu numai o precizie mai mare, ci și o capacitate de calcul și nevoi de stocare a datelor mai mari.

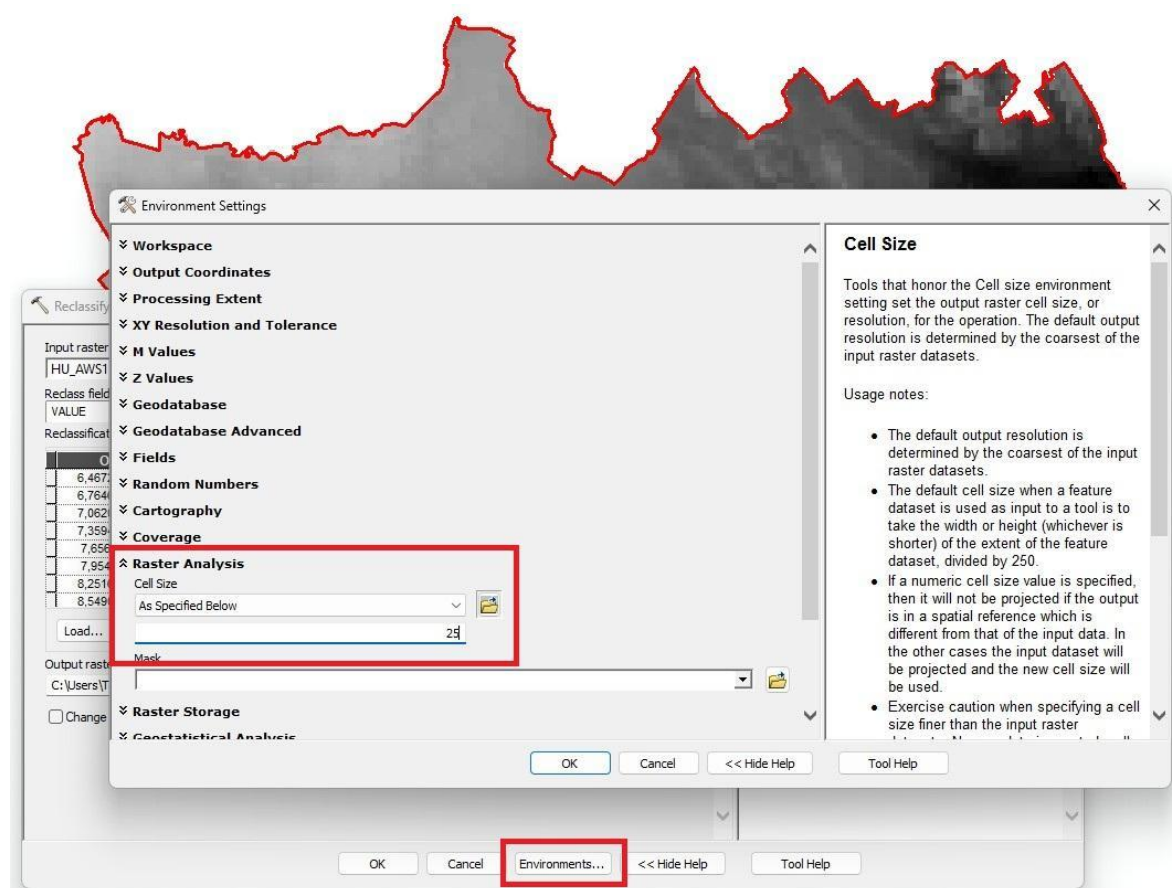
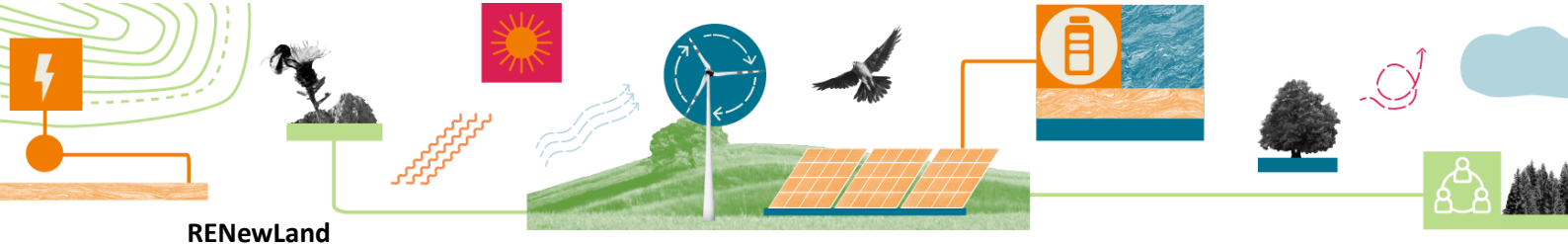


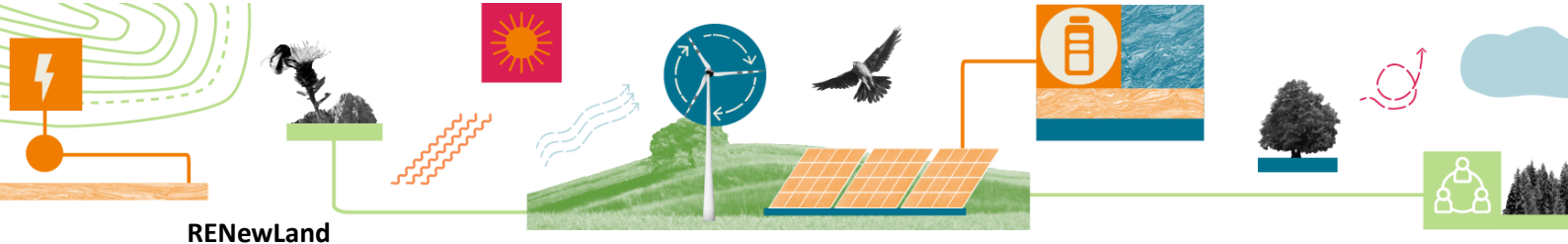
Figura 4: Modificarea dimensiunii celulei originale (rezoluția rasterului) în timpul reclasificării stratului de viteză a vântului.



În timpul altor reclasificări raster, în cadrul instrumentului utilizatorul trebuie să navigheze la opțiunea *Environments*, *Snap Raster* și să seteze stratul raster prelucrat anterior (în acest caz, viteza vântului) ca referință. De asemenea, se setează rezoluția rasterului (dimensiunea celulelor) la fel ca acest strat de referință (în acest caz, se setează 25 m sau se selectează opțiunea *Same as layer...* și se selectează corespunzător).

Pentru analiza finală a potențialului/potrivirii locației alese, toate straturile vectoriale poligonale care au roluri de excludere numai în interiorul propriilor granițe trebuie să fie convertite în straturi raster cu ajutorul instrumentului *Convert Feature to Raster*. Se setează valoarea pixelilor acestora la NoData prin instrumentul *Reclassify*.

Caracteristicile punctuale și poliliniare (de exemplu, punctele de conectare la sistemul energetic și drumurile) apar doar în anumite locații din zonă, însă spațiul dintre acestea trebuie umplut/caracterizat (fie cu o anumită valoare a punctului de adecvare, fie prin excludere). Acesta poate fi determinat cu ajutorul instrumentului *Distanța euclidiană*, care are ca rezultat umplerea spațiului în format raster (Fig. 5.). Rasterul trebuie să aibă aceeași rezoluție ca rasterul de referință anterior. Funcția *Snap Raster* permite suprapunerea precisă a grilelor pătrate individuale pentru a asigura compatibilitatea straturilor în operațiile ulterioare. De asemenea, se utilizează comenzile zonei de studiu ca *Mask*.



RENewLand

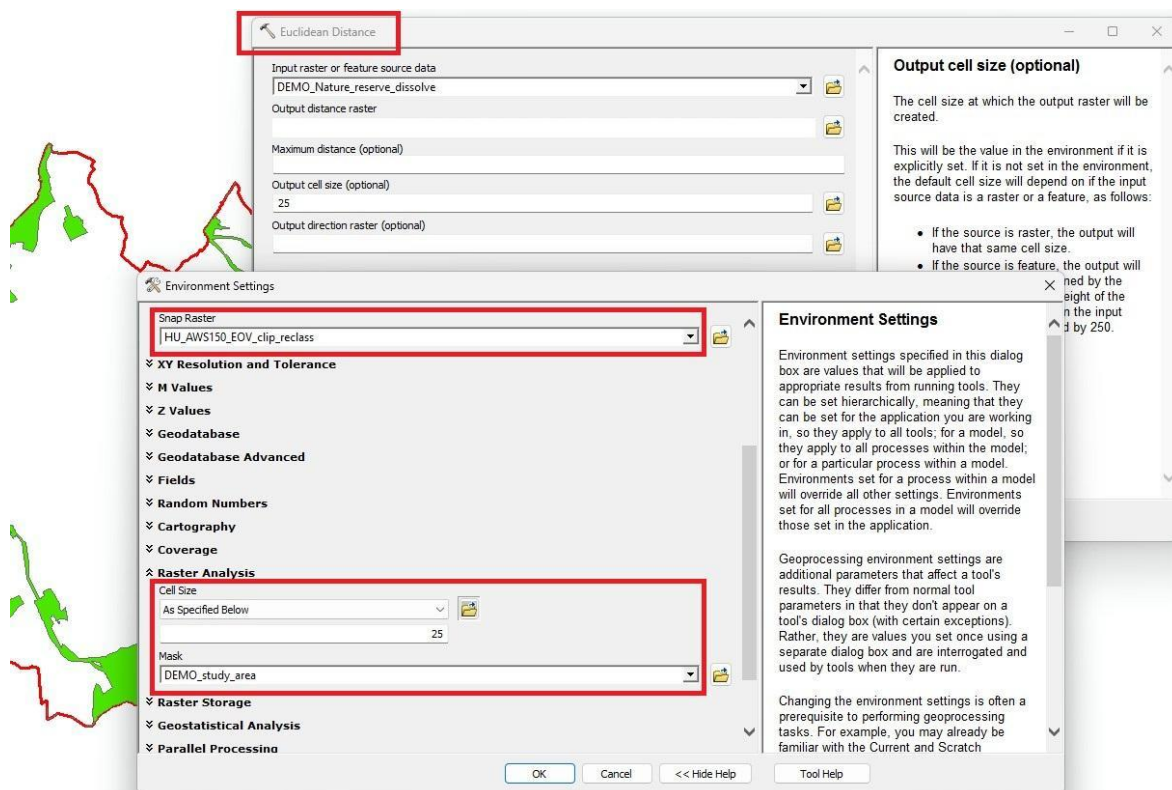


Figura 5: Instrumentul Distanța euclidiană și setările sale.

Fiecare pixel are valoarea distanței sale față de obiectul dat, ceea ce oferă posibilitatea de a utiliza instrumentul *Reclassify* pentru a le clasifica în clase și zone de distanță în conformitate cu categoriile de distanță prezentate numeric în tabelul 10. Zonele excluse ar trebui să fie setate la NoData (Fig. 6.) Utilizatorul poate selecta o schemă de culori adecvată pentru stratul rezultat, care seamănă cel mai bine cu arealul potrivit, după cum se arată în Fig. 7. Rețineți că zonele excluse au rămas goale.

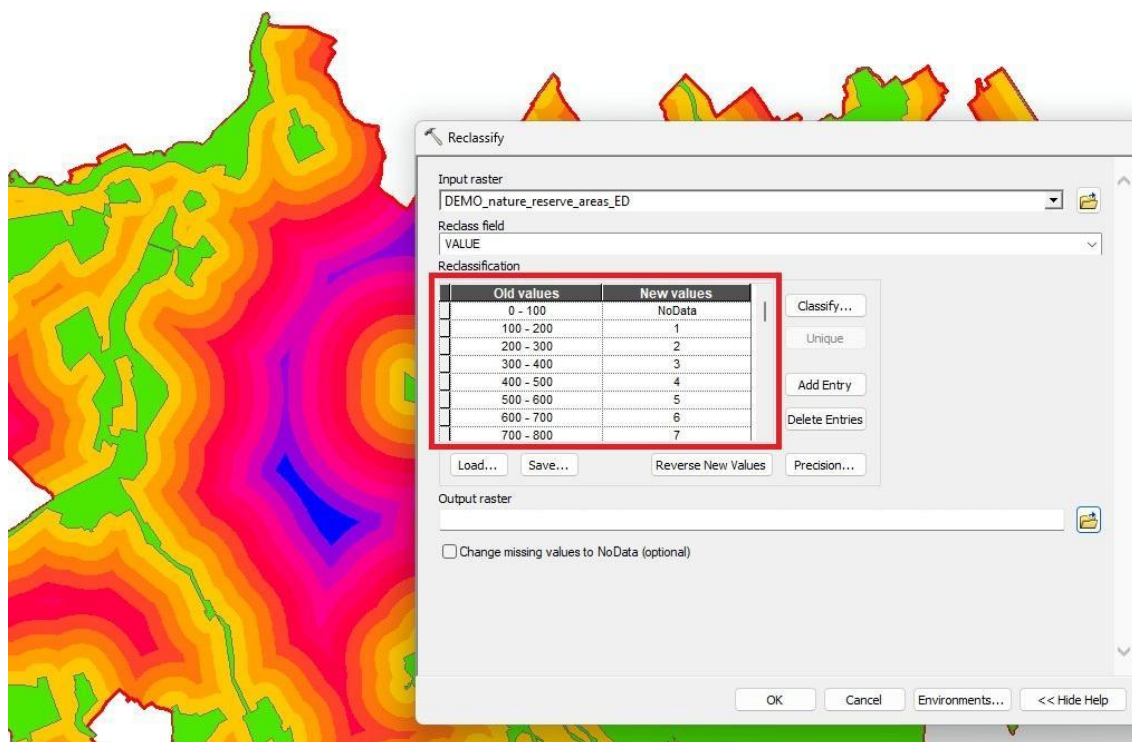
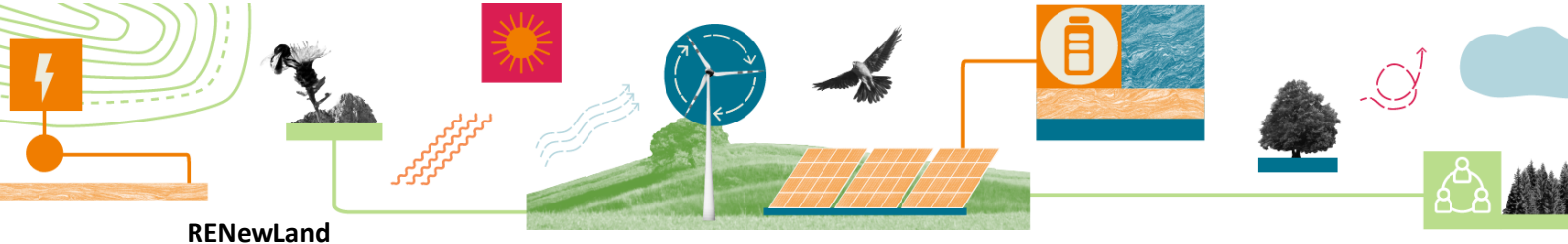


Figura 6: Reclasificarea valorilor continue în clase de distanță și zone de excludere.

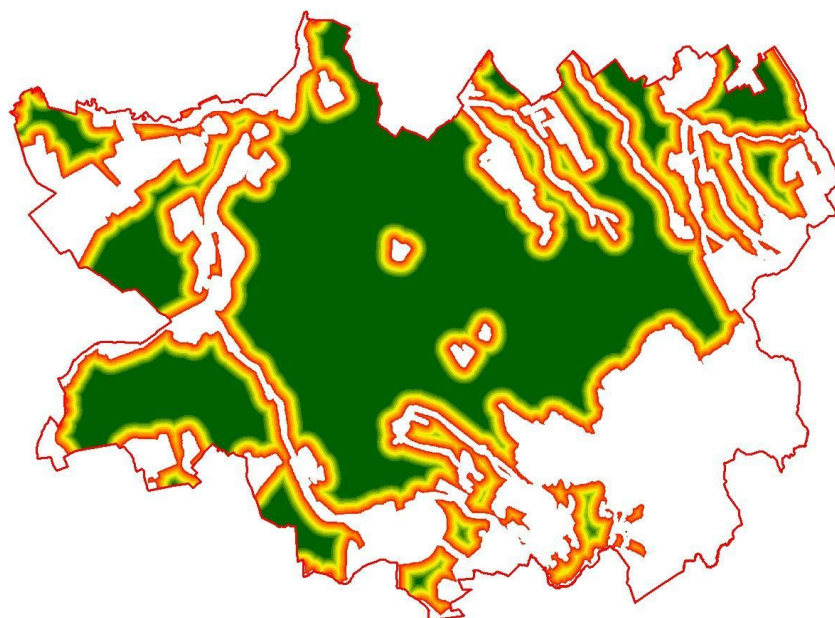
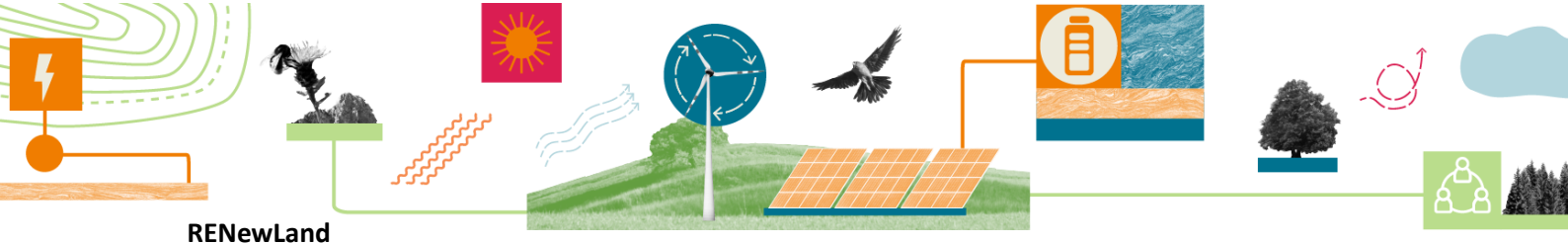


Figura 7: Adecvarea zonei de studiu în ceea ce privește zonele de rezervație naturală. Verdele semnifică o adecvare ridicată, în timp ce nuanțele de roșu



semnifică zone mai puțin adecvate, dar nu interzise. Zonele goale din interiorul limitelor zonei de studiu înseamnă zone de excludere.

În ultima etapă a analizei adecvării zonei, instrumentul *Raster Calculator* trebuie utilizat pentru a caracteriza celulele raster individuale, adică locațiile. Se introduc straturile prin clic sau prin glisare și fixare în caseta de text (fig. 8). Punctajul final de adecvare poate fi determinat prin înmulțirea punctajului de adecvare propriu fiecărui criteriu cu ponderile criteriilor corespunzătoare din rezultatele AHP și prin însumarea acestora. *Expresia Map Algebra* trebuie să urmeze logica de mai jos:

$$\text{Scorul de adecvare} = \text{Punctul de conectare la rețea} \times 0.259 + \text{Viteza medie a vântului} \times 0.096 + \text{Ariile naturale protejate} \times 0.439 + \text{Indicator economic} \times 0.206 + \text{Așezări} + \text{Corpuri de apă}$$

Rețineți că așezările și corpurile de apă din ecuație sunt definite ca NoData (au valoare 0), astfel încât factorii se comportă exclusiv.

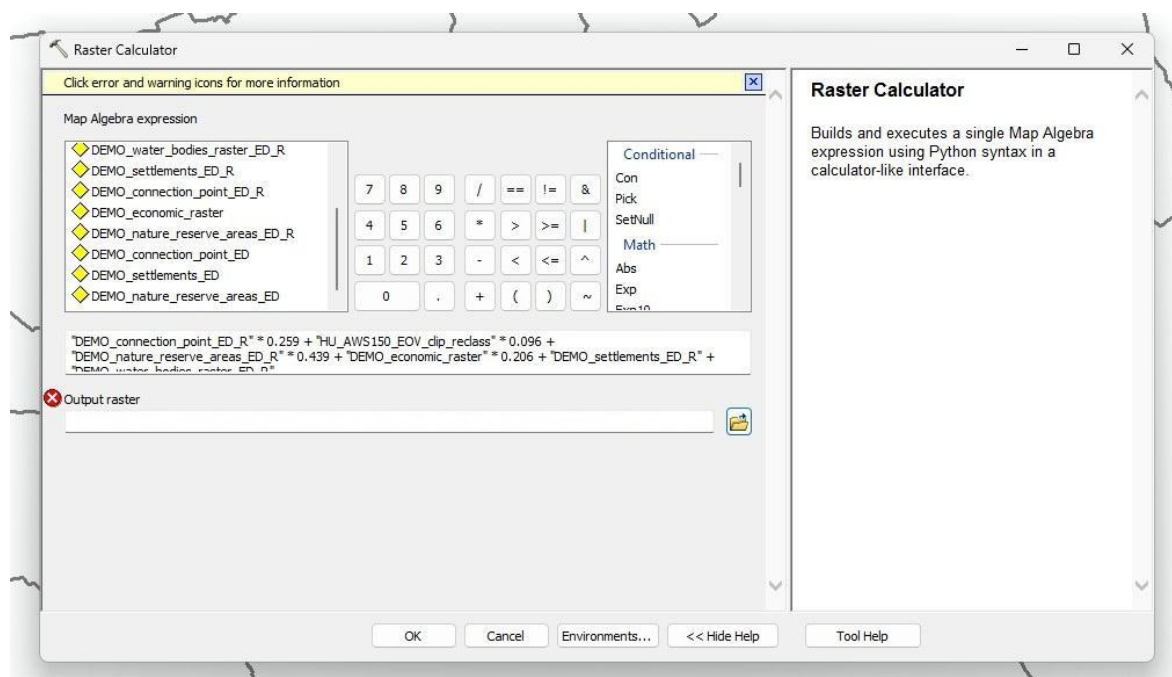
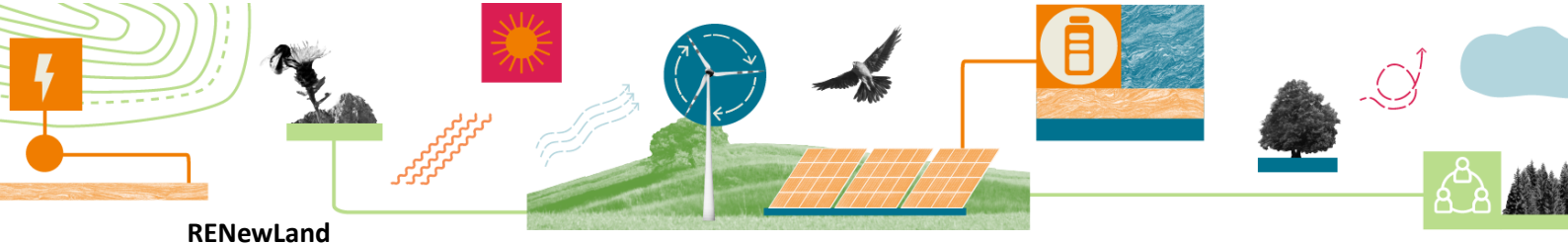


Figura 8: Determinarea scorului final de adecvare cu ajutorul instrumentului Raster Calculator.

Noul strat raster rezultat conține valoarea finală a punctului de adecvare a zonei pentru orice punct din zona de studiu (fig. 9). Acestea pot fi clasificate în noi clase



cu ajutorul instrumentului *Reclassify*, utilizând opțiunea *Equal interval* pentru sortare. În cazul în care o anumită celulă raster a fost caracterizată cu 0 (NoData, zonă exclusă) pe stratul oricăruia dintre criteriile de adecvare a zonei, atunci, datorită operațiunii de fuzionare, aceasta a fost considerată zonă exclusă în valoarea finală a punctului de adecvare a zonei, indiferent de cât de favorabilă ar fi zona respectivă pe baza altor criterii de adecvare. Aceasta înseamnă că celula dată sau locația geografică pe care o reprezintă nu este adecvată pentru a găzdui, în acest caz demonstrativ specific, o turbină eoliană.

Efectuați etapele metodologice pentru toate domeniile dorite în toate abordările de analiză propuse (de mediu, socio-economice și tehnice), utilizând criteriile corespunzătoare și ponderile factorilor acestora create de AHP. De reținut că, criteriile propuse pentru fiecare analiză se modifică, în conformitate cu tabelul 6.

■ 4.3.4 Evaluarea rezultatelor

Rezultatele pot fi prezentate cartografic (hărți) sau prin grafice reprezentând numărul de pixeli (extensie spațială) ca distribuție a scorurilor valorice (Fig. 10.). Utilizatorul poate compara rezultatele, de exemplu, prin utilizarea metodei menționate anterior cu ajutorul *Raster Calculator*, prin scăderea valorilor celor două straturi unul de celălalt.

În acest caz specific al demonstrației, rezultatele evidențiază în mod clar zonele interzise pentru dezvoltarea energiei eoliene. Aceste zone au rămas necomplete (albe) în figura 9. Rezultatele (în funcție de calitatea datelor de intrare) sunt capabile să determine cu acuratețe și credibilitate ridicată zonele în care ar trebui desemnate zone de accelerare a energiei regenerabile. Acestea sunt regiunile caracterizate de cea mai mare valoare a punctelor, marcate cu albastru în figură (regiunile centrale și vestice ale zonei de studiu). Nuanțele de galben și roșu nu înseamnă că investițiile care utilizează surse regenerabile de energie nu pot fi implementate în zona respectivă, ci doar că acestea sunt mai puțin potrivite pentru un astfel de scop pe baza factorilor aplicați și a procedurii decizionale multicriteriale. Schema de simbolică graduală aplicată pe hartă subliniază bine diferențele dintre zone, în timp ce procedura de însumare a straturilor de date este ușor de recunoscut.

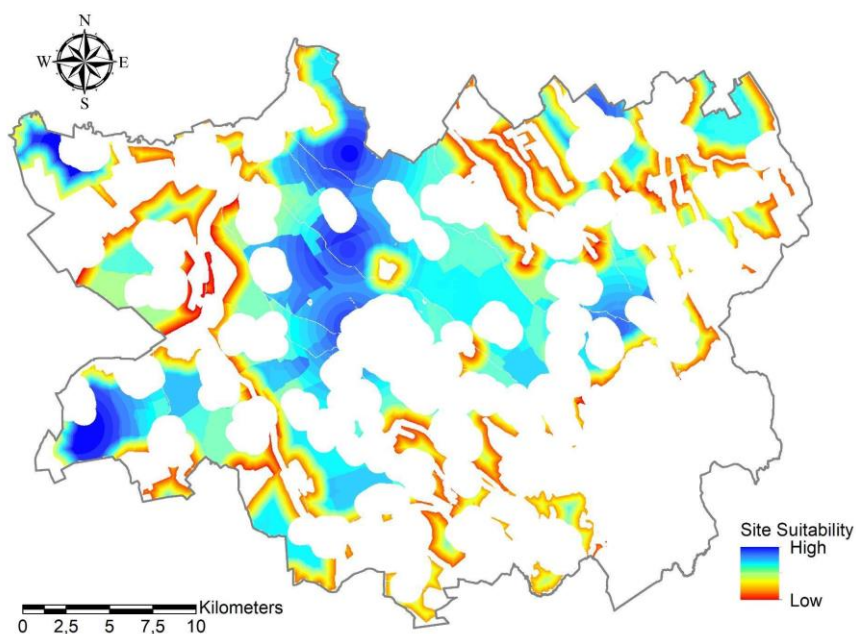
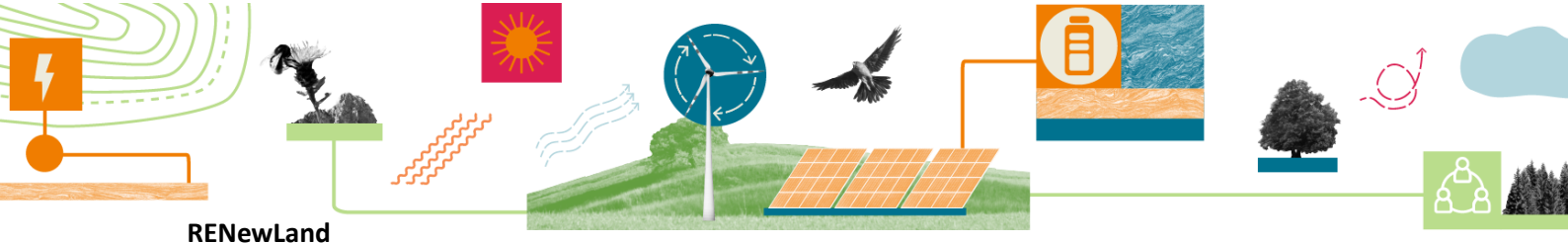


Figura 9: Adecvarea finală a zonei de studiu pentru dezvoltarea turbinelor eoliene din perspectiva mediului.

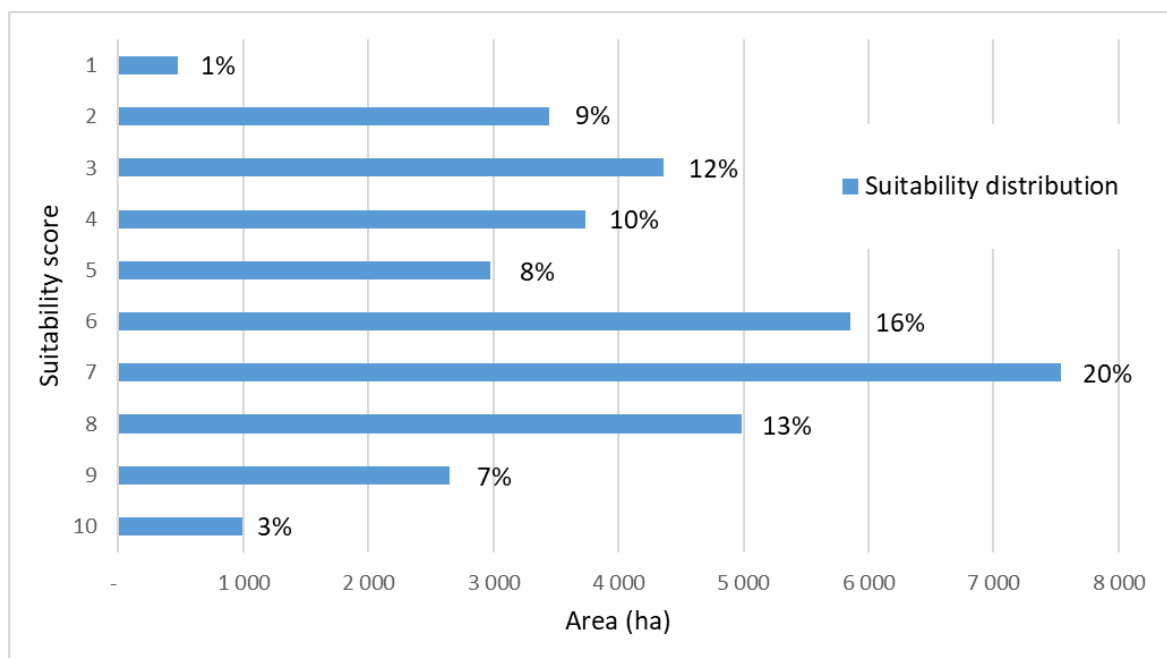
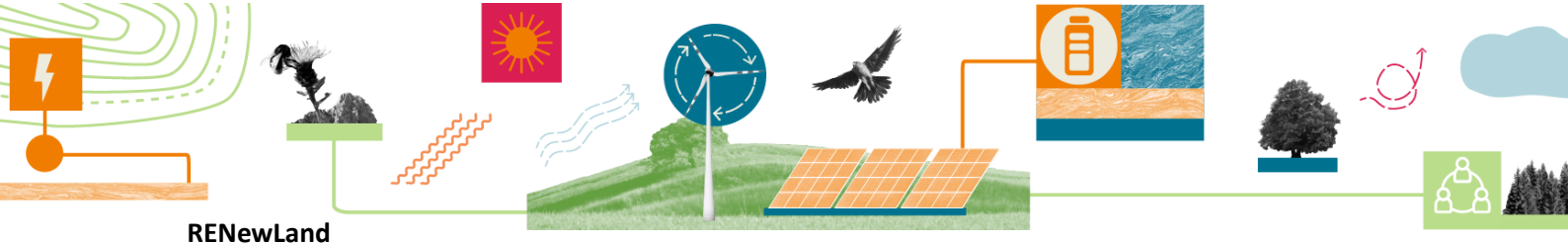


Figura 10: Histograma valorii scorului de adecvare a zonei de studiu



● 5. Rezumat și recomandări

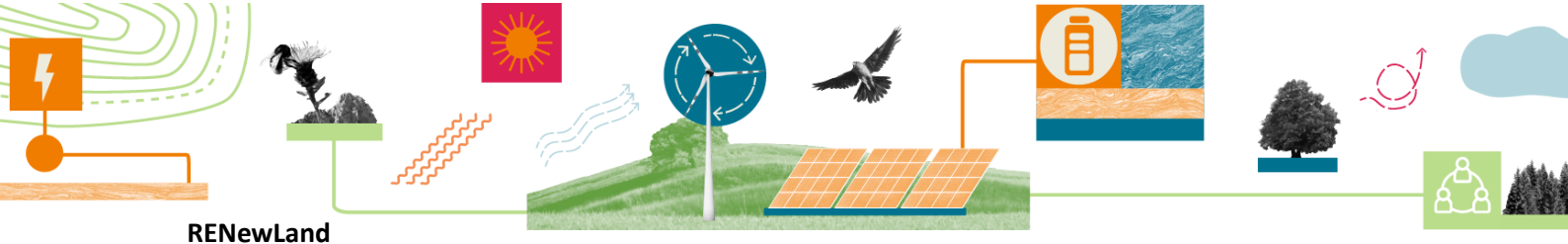
În acest studiu, autorii au examinat metodele posibile de desemnare a zonelor de accelerare a energiei regenerabile, pe baza analizei literaturii de specialitate și a experiențelor proprii. Procesul propus, bazat pe GIS, se potrivește cel mai bine pentru sarcina menționată anterior, care, în general, este cea mai utilizată procedură pentru evaluarea locației adecvate arealului și selectarea amplasamentului anumitor instalații, și anume centralele solare și eoliene. Au fost propuse trei abordări în timpul procedurii multicriteriale de luare a deciziilor (de mediu, tehnice și socio-economice), care oferă o analiză holistică experților din diferite domenii în evaluarea unei anumite regiuni pentru astfel de dezvoltări ale sistemelor de energie regenerabilă. Aceste trei abordări diferă în funcție de indicatorii (criteriile) aplicați. Numărul indicatorilor face ca analiza propusă să fie unică printre alte studii privind adecvarea siturilor prin exhaustivitatea sa, dar reprezintă și o provocare din punctul de vedere al colectării datelor.

Analiza constă în următoarele etape principale:

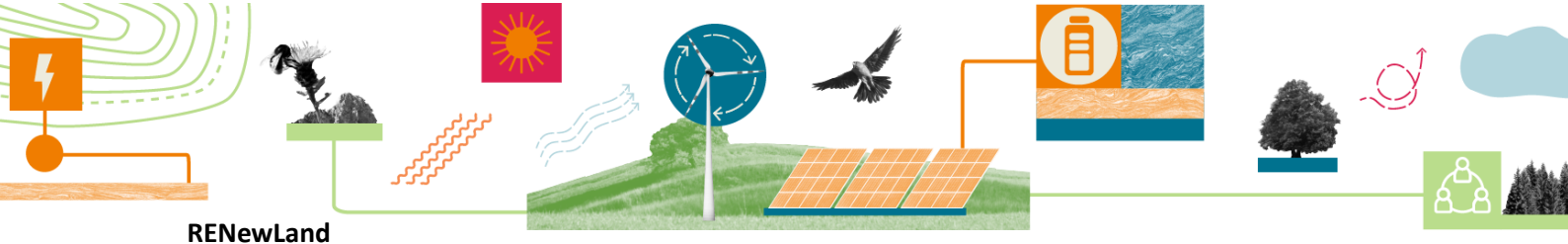
- selectarea zonei de studiu în care va avea loc analiza,
- definirea factorilor de adecvare pentru proiect și colectarea (geo)datelor aferente,
- stabilirea zonelor tampon și a valorilor de adecvare treptată pentru fiecare factor,
- ponderarea factorilor relevanți în funcție de importanța lor printr-o metodă de luare a deciziilor multicriterială,
- pregătirea datelor geospațiale pentru operațiunile GIS,
- localizarea zonelor interzise (no-go areas) pentru dezvoltarea centralelor solare și eoliene,
- clasificarea zonei adecvate și evaluarea rezultatelor.

La aplicarea metodologiei, distanțele tampon propuse ar trebui comparate cu condițiile legale locale. Pe lângă definirea zonelor adecvate, analiza poate fi utilizată pentru a sprijini revizuirea anumitor constrângeri legale - prea stricte sau prea laxe - iar rezultatele pot contribui la propunerea de modificări ale acestora.

Cu toate că prezentul studiu își propune să fie holistic și complet în ceea ce privește criteriile aplicate, zonele tampon, zonele de adecvare treptată și ponderarea factorilor, utilizatorii care doresc să aplice metoda și să o reproducă pot modifica și

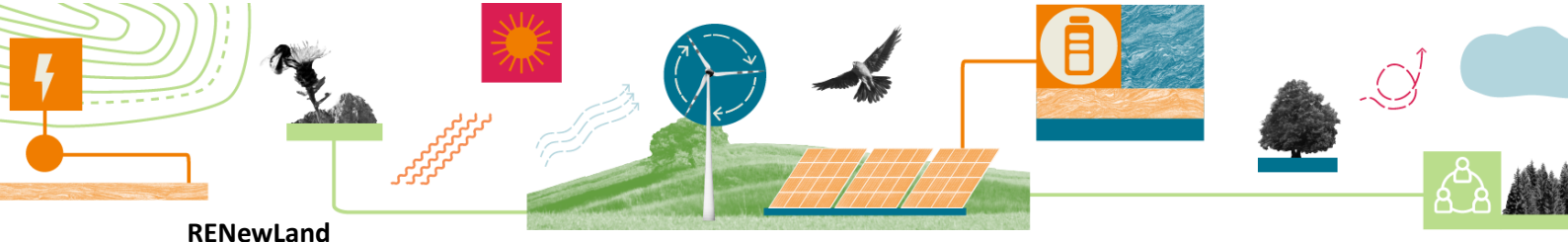


ajusta oricare dintre indicatori și valori care se potrivesc cel mai bine pentru zona lor de studiu și scopul analizei. Scenariile pot fi, de asemenea, modificate sau combinate pentru a crea, de exemplu, un scenariu cu excluderi socio-economice și de mediu natural mai stricte. De reținut faptul că, modificările legislative, accesul la date și cerințele suplimentare pot necesita actualizări ale metodelor înainte de reproducerea acestora.



● Referințe

- Abdel-Basset M., Gamal A., Chakraborty R.K., Ryan M. (2021): A new hybrid multi-criteria decision-making approach for location selection of sustainable offshore wind energy stations: A case study. J Cleaner Prod 2021;280:124462. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124462>.
- AIT-REKK (2023): Study on the wind power potential in Bulgaria, Hungary, and Romania. Technical report. Vienna, Budapest. <https://www.ait.ac.at/en/research-topics/integrated-energy-systems/projects/wind-power-potential-in-bulgaria-hungary-and-romania>
- Amiri, F., Babaei, F., Tabatabaie, T. (2022): Site Selection of Kangan Municipal Solid Waste Landfill by Using a Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP) and GIS. Journal of Applied Researches in Geographical Sciences, Volume:23 Issue: 69, 2022
- CAA - Civil Aviation Authority (2016): CAA Policy and Guidelines on Wind Turbines. CAP 764.
- CAA - Civil Aviation Authority (2019): Air Traffic Services Safety Requirements. CAP 670.
- CAN Europe (2024): Briefing. Renewable Energy Planning and Mapping for Successful Acceleration with Nature and Communities at Its Heart: Guiding Principles for Member States. https://caneurope.org/content/uploads/2024/02/CAN-Europe-contribution_RAAs-guidance_23022024.pdf
- Colak, H. E., Memisoglu, T., Gercek, Y. (2020): Optimal site selection for solar photovoltaic (PV) power plants using GIS and AHP: A case study of Malatya Province, Turkey. Renewable Energy, 149, pp. 565-576. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.12.078>.
- Demir, A., Dinçer, A., Çiftçi, C., Gülçimen, S., Uzal, N., Yılmaz, K. (2024). Wind farm site selection using GIS-based multicriteria analysis with Life cycle assessment integration. Earth Science Informatics, 17, pp. 1-18. <https://doi.org/10.1007/s12145-024-01227-4>
- DHPLG - Government of Ireland, Departments of Housing, Planning and Local Government (2019): Wind Energy Development Guidelines. Draft version.
- Directive (EU) 2023/2413 of the European Parliament and of the Council of 18 October 2023 amending Directive (EU) 2018/2001, Regulation (EU) 2018/1999 and Directive 98/70/EC as regards the promotion of energy from renewable sources, and repealing Council Directive (EU) 2015/652. (RED) <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32023L2413>
- EUROCONTROL (2014): EUROCONTROL Guidelines for Assessing the Potential Impact of Wind Turbines on Surveillance Sensors.
- European Commission (2024): Study on the designation of Renewables Acceleration Areas (RAAs) for onshore and offshore wind and solar photovoltaic energy.



EEB (2024): Land for Renewables: Briefing on spatial requirements for a sustainable energy transition in Europe.

<https://eeb.org/library/land-for-renewables-briefing-on-spatial-requirements-for-a-sustainable-energy-transition-in-europe/>

EIHP-TNC (2021): Integrated Renewable Energy Planning in Southeast Europe Pilot project: Integrated Wind and Solar Planning in Zadar County.

https://www.eihp.hr/wp-content/uploads/2021/04/EIHP_Integrated-Renewable-Energy-Planning-in-Southeast-Europe_DOC_1.pdf

EUROBATS (2014): Guidelines for consideration of bats in wind farm projects. Revision 2014. Publication Series No. 6.

https://www.eurobats.org/sites/default/files/documents/publications/publication_series/pubseries_no6_english.pdf

European Commission (2024): Guidance on designating renewables acceleration areas. Brussels, 13.5.2024. SWD(2024) 333 final.

https://energy.ec.europa.eu/publications/guidance-designating-renewables-acceleration-areas_en

Fertő-Hanság Nemzeti Park Igazgatóság (2024): Szélerőművek telepíthetősége. Szélerőművek engedélyezhetősége a Fertő-Hanság Nemzeti Park Igazgatóság működési területén. Verzió: v6 (2024.08.29.)

<https://www.ferto-hansag.hu/hu/termeszetvedelem/termeszetvedelmi-kezeles/szeleromuvek-telepithetosege.html>

Finn, T., McKenzie, P. (2020): A high-resolution suitability index for solar farm location in complex landscapes, Renewable Energy, 158, pp. 520-533.

<https://doi.org/10.1016/j.renene.2020.05.121>.

Giamalaki, M., Tsoutsos, T. (2019): Sustainable siting of solar power installations in Mediterranean using a GIS/AHP approach. Renewable Energy, 141, pp. 64-75.

<https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.03.100>.

Gigović, L., Pamučar, D., Božanić, D., Ljubojević, S. (2017): Application of the GIS-DANP-MABAC multi-criteria model for selecting the location of wind farms: A case study of Vojvodina, Serbia. Renewable Energy, 103, pp. 501-521,

<https://doi.org/10.1016/j.renene.2016.11.057>.

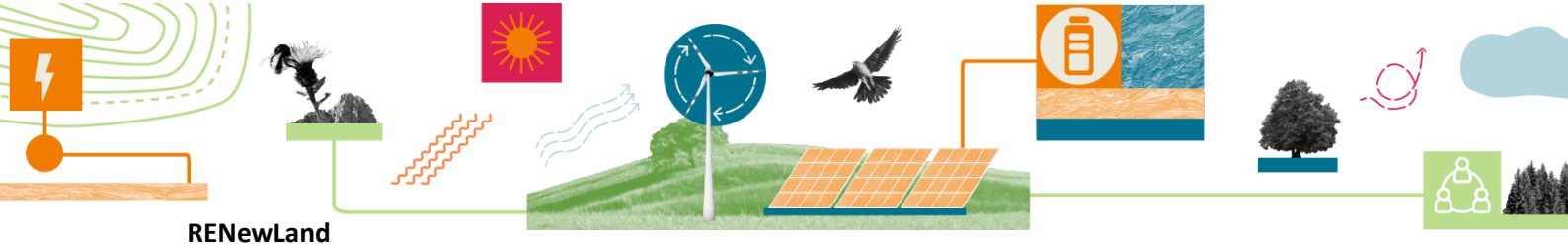
Günen, M. A. (2021): A comprehensive framework based on GIS-AHP for the installation of solar PV farms in Kahramanmaraş, Turkey. Renewable Energy, 178, pp. 212-225.

<https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.06.078>.

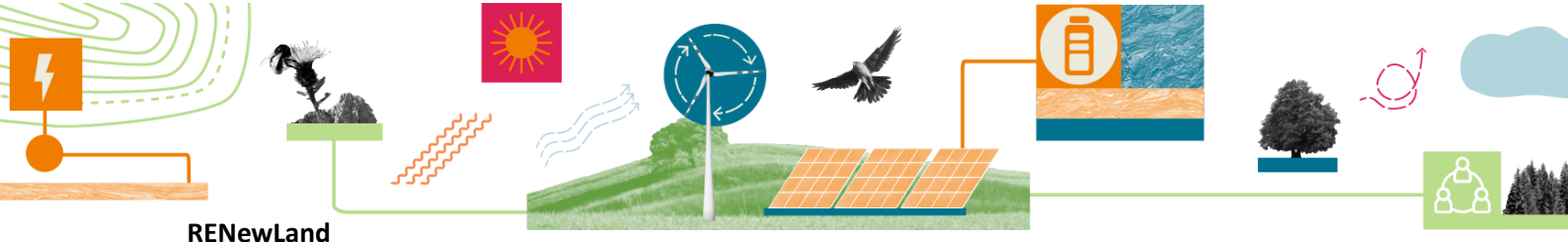
Harper, M., Anderson, B., James, P., Bahaj, A. (2019): Assessing socially acceptable locations for onshore wind energy using a GIS-MCDA approach. International Journal of Low-Carbon Technologies. 14 (2), pp. 160-169.

<https://doi.org/10.1093/ijlct/ctz006>

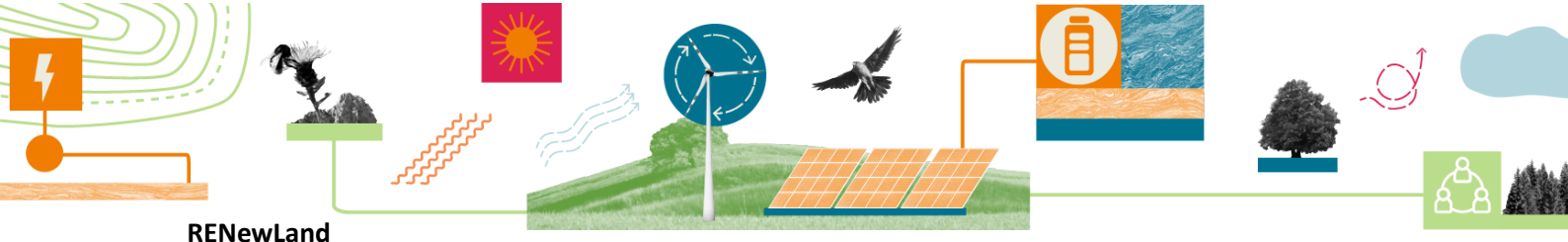
Höfer, T., Sunak, Y., Siddique, H., Madlener, R. (2016): Wind farm siting using a spatial Analytic Hierarchy Process approach: A case study of the Städteregion Aachen. Applied Energy, 163, pp. 222-243, <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2015.10.138>.



- ICAO - International Civil Aviation Organization (2015): European guidance material on managing Building Restricted Areas.
- Karipoğlu, F., Genç, M. S., Kocab, K. (2021): Determination of the most appropriate site selection of wind power plants based on Geographic Information System and Multi-Criteria Decision-Making approach in Develi, Turkey. *International Journal of Sustainable Energy Planning and Management*, 30, pp. 97–114.
- Kaya E, Agca M, Adiguzel F, Cetin M. (2019): Spatial data analysis with R programming for environment. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal* 2019;25(6):1521–30. <https://doi.org/10.1080/10807039.2018.1470896>
- Kiesecker J. M., Evans J. S., Oakleaf J. R., Dropuljić K. Z., Vejnović I., Rosslowe C., Cremona E., Bhattacharjee A. L., Nagaraju S. K., Ortiz A., Robinson C., Ferres J. L., Zec M., Sochi K. (2024): Land use and Europe's renewable energy transition: identifying low conflict areas for wind and solar development. *Frontiers in Environmental Science* 12:1355508. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2024.1355508>
- Kocabaldir C, Yücel MA. GIS-Based Multi-Criteria Decision Analysis of Site Selection for Photovoltaic Power Plants in Çanakkale Province. *Int J Environ Geoinformatics* 2020;7:347–55. <https://doi.org/10.30897/ijgeo.689570>
- Latinopoulos, D., Kechagia, K. (2015): A GIS-based multi-criteria evaluation for wind farm site selection. A regional scale application in Greece. *Renewable Energy*, 78, pp. 550-560. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2015.01.041>.
- Öko-Institut e.V. (2024): Overview of Renewable Energy Spatial Planning and Designation of Acceleration Areas in Selected EU Member States. Freiburg. <https://caneurope.org/spatial-planning-for-renewables/>
- Rediske, G., Burin, H.P., Rigo, P.D., Rosa, C.B., Michels, L., Siluk, J.C.M. (2021): Wind power plant site selection: A systematic review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 148, 111293. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111293>.
- Rehman S., Baseer M.A., Alhems L.M. (2020): GIS-based multi-criteria wind farm site selection methodology. *FME Transactions* 2020;48(4):855–67. <https://doi.org/10.5937/fme2004855R>
- Saaty T.L. (1990): How to make a decision: The analytic hierarchy process. *Eur J Oper Res* 1990;48(1):9–26. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(90\)90057-I](https://doi.org/10.1016/0377-2217(90)90057-I)
- Shao, M., Han, Z., Sun, J., Xiao, C., Zhang, S., Zhao, Y. (2020): A review of multi-criteria decision making applications for renewable energy site selection. *Renewable Energy*. 157. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2020.04.137>.
- Sochi, K., Oakleaf, J. R., Bhattacharjee, A., Evans, J. S., Vejnović, I., Zorica Dropuljić, K., et al. (2023): Mapping a sustainable renewable energy transition: handbook for practitioners version 1. The Nature Conservancy.
- SolarPower Europe (2024): Renewables mapping guidance: A step-by-step approach. <https://www.solarpowereurope.org/advocacy/position-papers/renewables-mapping-guidance-a-step-by-step-approach>



- Sotiropoulou, K. F., Vavatsikos, A. P. (2021): Onshore wind farms GIS-Assisted suitability analysis using PROMETHEE II. Energy Policy, 158, 112531. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2021.112531>.
- Tegou, L., Polatidis, H., Haralambopoulos, D. A. (2010): Environmental management framework for wind farm siting: Methodology and case study. Journal of Environmental Management, 91 (11), pp. 2134-2147. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2010.05.010>.
- Tercan, E., Eymen, A., Urfalı, T., Saracoglu B. O. (2021): A sustainable framework for spatial planning of photovoltaic solar farms using GIS and multi-criteria assessment approach in Central Anatolia, Turkey. Land Use Policy, 102, 105272. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.105272>.
- Tercan, E. (2021): Land suitability assessment for wind farms through best-worst method and GIS in Balıkesir province of Turkey. Sustainable Energy Technologies and Assessments, 47, 101491. <https://doi.org/10.1016/j.seta.2021.101491>
- Trinomics (2024): Expert advice on spatial planning for renewable energy sources and land hierarchy conflict. <https://www.enpg.ro/expert-advice-on-spatial-planning-for-renewable-energy-sources-and-land-hierarchy-conflict/>
- Vrînceanu, A., Dumitrașcu, M., Kucsicsa, G. (2022): Site suitability for photovoltaic farms and current investment in Romania, Renewable Energy, 187, pp. 320-330. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2022.01.087>.
- Watson, J., Hudson, M. (2015): Regional Scale wind farm and solar farm suitability assessment using GIS-assisted multi-criteria evaluation. Landscape and Urban Planning. 138. pp. 20–31. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.02.001>
- Abdel-Basset M., Gamal A., Chakraborty R.K., Ryan M. (2021): O nouă abordare decizională multicriterială hibridă pentru selectarea locației stațiilor durabile de energie eoliană offshore: Un studiu de caz. J Cleaner Prod 2021;280:124462. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124462>.
- AIT-REKK (2023): Studiu privind potențialul energiei eoliene în Bulgaria, Ungaria și România. Raport tehnic. Viena, Budapesta. <https://www.ait.ac.at/en/research-topics/integrated-energy-systems/projects/wind-power-potential-in-bulgaria-hungary-and-romania>
- Amiri, F., Babaei, F., Tabatabaie, T. (2022): Selectarea amplasamentului depozitului de deșuri solide municipale Kangan prin utilizarea unui proces Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP) și GIS. Journal of Applied Researches in Geographical Sciences, Volume:23 Issue: 69, 2022
- CAA - Autoritatea Aviației Civile (2016): Politica și orientările CAA privind turbinele eoliene. CAP 764.
- CAA - Autoritatea Aeronautică Civilă (2019): Cerințe de siguranță pentru serviciile de trafic aerian. CAP 670.



CAN Europa (2024): Briefing. Planificarea și cartografierea energiilor regenerabile pentru o accelerare de succes cu natura și comunitățile în centrul său: Principii directe pentru statele membre.

https://caneurope.org/content/uploads/2024/02/CAN-Europe-contribution_RAAs-guidance_23022024.pdf

Colak, H. E., Memisoglu, T., Gercek, Y. (2020): Selectarea site-ului optim pentru centralele solare fotovoltaice (PV) utilizând GIS și AHP: Un studiu de caz al provinciei Malatya, Turcia. Renewable Energy, 149, pp. 565-576. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.12.078>.

Demir, A., Dinçer, A., Çiftçi, C., Gülçimen, S., Uzal, N., Yilmaz, K. (2024). Selectarea amplasamentului parcului eolian utilizând analiza multicriterială bazată pe GIS cu integrarea evaluării ciclului de viață. Earth Science Informatics, 17, pp. 1-18. <https://doi.org/10.1007/s12145-024-01227-4>

DHPLG - Guvernul Irlandei, departamentele de locuințe, planificare și administrație locală (2019): Orientări privind dezvoltarea energiei eoliene. Versiune preliminară.

Directiva (UE) 2023/2413 a Parlamentului European și a Consiliului din 18 octombrie 2023 de modificare a Directivei (UE) 2018/2001, a Regulamentului (UE) 2018/1999 și a Directivei 98/70/CE în ceea ce privește promovarea energiei din surse regenerabile și de abrogare a Directivei (UE) 2015/652 a Consiliului. (RED) <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32023L2413>

EUROCONTROL (2014): Orientări EUROCONTROL pentru evaluarea impactului potențial al turbinelor eoliene asupra senzorilor de supraveghere.

Comisia Europeană (2024): Studiu privind desemnarea zonelor de accelerare a energiilor regenerabile (RAA) pentru energia eoliană onshore și offshore și energia solară fotovoltaică.

EEB (2024): Teren pentru surse regenerabile de energie: Informare privind cerințele spațiale pentru o tranziție energetică durabilă în Europa.

<https://eeb.org/library/land-for-renewables-briefing-on-spatial-requirements-for-a-sustainable-energy-transition-in-europe/>

EIHP-TNC (2021): Planificarea integrată a energiei regenerabile în Europa de Sud-Est Proiect pilot: Planificarea integrată a energiei eoliene și solare în județul Zadar.

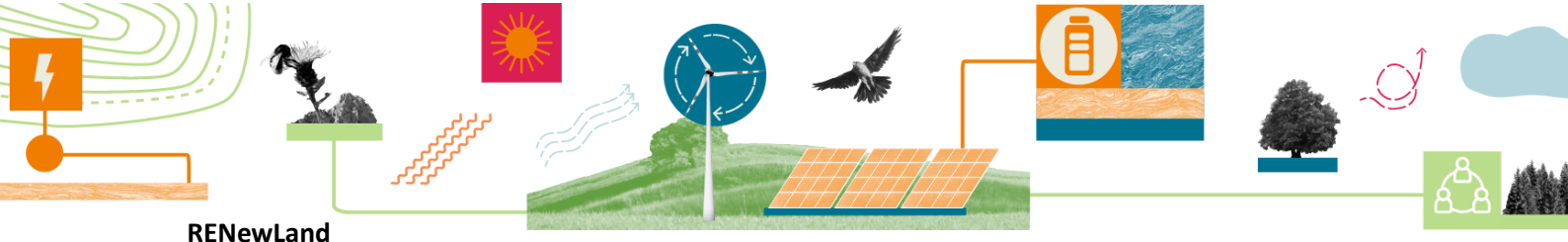
https://www.eihp.hr/wp-content/uploads/2021/04/EIHP_Integrated-Renewable-Energy-Planning-in-Southeast-Europe_DOC_1.pdf

EUROBATS (2014): Orientări pentru luarea în considerare a liliecilor în proiectele de parcuri eoliene. Revizuire 2014. Seria de publicații nr. 6.

https://www.eurobats.org/sites/default/files/documents/publications/publication_series/pubseries_no6_english.pdf

Comisia Europeană (2024): Orientări privind desemnarea zonelor de accelerare a energiilor regenerabile. Bruxelles, 13.5.2024. SWD(2024) 333 final.

https://energy.ec.europa.eu/publications/guidance-designating-renewables-acceleration-areas_en



Fertő-Hanság Nemzeti Park Igazgatóság (2024): Szélerőművek telepíthetősége.

Szélerőművek engedélyezhetősége a Fertő-Hanság Nemzeti Park Igazgatóság működési területén. Verzió: v6 (2024.08.29.) <https://www.ferto-hansag.hu/hu/termeszetvedelem/termeszetvedelmi-kezeles/szeleromuvek-telepithetosege.html>

Finn, T., McKenzie, P.(2020): A high-resolution suitability index for solar farm location in complex landscapes, Renewable Energy, 158, pp. 520-533. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2020.05.121>.

Giamalaki, M., Tsoutsos, T. (2019): Amplasarea durabilă a instalațiilor de energie solară în Marea Mediterană utilizând o abordare GIS/AHP. Renewable Energy, 141, pp. 64-75. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.03.100>.

Gigović, L., Pamučar, D., Božanić, D., Ljubojević, S. (2017): Aplicarea modelului multicriteriu GIS-DANP-MABAC pentru selectarea locației parcurilor eoliene: Un studiu de caz din Vojvodina, Serbia. Renewable Energy, 103, pp. 501-521, <https://doi.org/10.1016/j.renene.2016.11.057>.

Günen, M. A. (2021): Un cadru cuprinzător bazat pe GIS-AHP pentru instalarea de ferme fotovoltaice solare în Kahramanmaraş, Turcia. Renewable Energy, 178, pp. 212-225. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.06.078>.

Harper, M., Anderson, B., James, P., Bahaj, A. (2019): Evaluarea locațiilor social acceptabile pentru energia eoliană onshore utilizând o abordare GIS-MCDA. Jurnalul internațional al tehnologiilor cu emisii scăzute de carbon. 14 (2), pp. 160-169. <https://doi.org/10.1093/ijlct/ctz006>

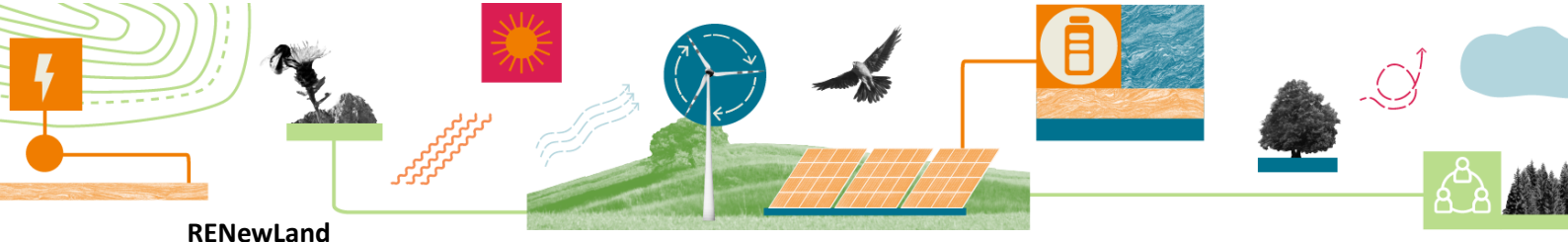
Höfer, T., Sunak, Y., Siddique, H., Madlener, R. (2016): Amplasarea parcurilor eoliene utilizând o abordare spațială de tip Analytic Hierarchy Process: Un studiu de caz al Städteregion Aachen. Applied Energy, 163, pp. 222-243, <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2015.10.138>.

OACI - Organizația Aviației Civile Internaționale (2015): Material orientativ european privind gestionarea zonelor cu construcții restricționate.

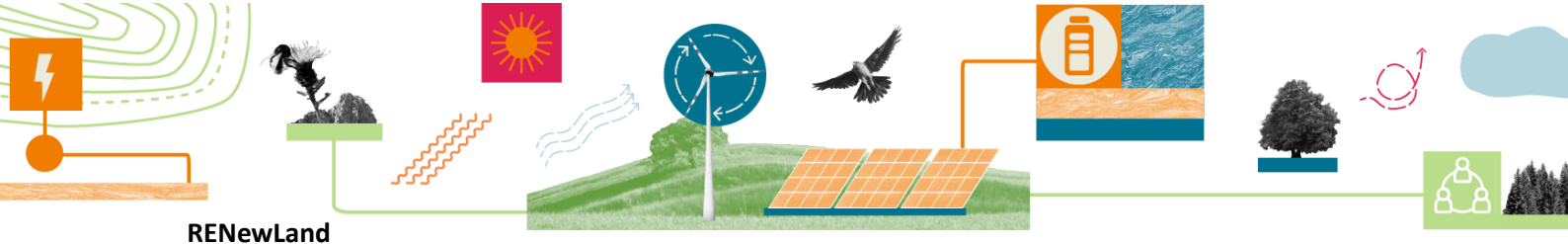
Karipoğlu, F., Genç, M. S., Kocab, K. (2021): Determinarea celei mai potrivite selecții a amplasamentului centralelor eoliene pe baza Sistemului Informațional Geografic și a abordării decizionale multicriteriale în Develi, Turcia. International Journal of Sustainable Energy Planning and Management, 30, pp. 97-114.

Kaya E, Agca M, Adiguzel F, Cetin M. (2019): Analiza datelor spațiale cu programarea R pentru mediu. Evaluarea riscurilor umane și ecologice: An International Journal 2019;25(6):1521-30. <https://doi.org/10.1080/10807039.2018.1470896>

Kiesecker J. M., Evans J. S., Oakleaf J. R., Dropuljić K. Z., Vejnović I., Rosslowe C., Cremona E., Bhattacharjee A. L., Nagaraju S. K., Ortiz A., Robinson C., Ferres J. L., Zec M., Sochi K. (2024): Utilizarea terenurilor și tranziția Europei către energia regenerabilă: identificarea zonelor cu conflict redus pentru dezvoltarea energiei eoliene și solare. Frontiers in Environmental Science 12:1355508. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2024.1355508>



- Kocabaldır C, Yücel MA. GIS-Based Multi-Criteria Decision Analysis of Site Selection for Photovoltaic Power Plants in Çanakkale Province. *Int J Environ Geoinformatics* 2020;7:347-55. <https://doi.org/10.30897/ijegeo.689570>
- Latinopoulos, D., Kechagia, K. (2015): O evaluare multicriterială bazată pe GIS pentru selectarea amplasamentului parcurilor eoliene. O aplicație la scară regională în Grecia. *Renewable Energy*, 78, pp. 550-560. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2015.01.041>.
- Öko-Institut e.V. (2024): Prezentare generală a planificării spațiale a energiei regenerabile și a desemnării zonelor de accelerare în anumite state membre ale UE. Freiburg. <https://caneurope.org/spatial-planning-for-renewables/>
- Rediske, G., Burin, H.P., Rigo, P.D., Rosa, C.B., Michels, L., Siluk, J.C.M. (2021): Selectarea amplasamentului centralelor eoliene: O revizuire sistematică. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 148, 111293. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111293>.
- Rehman S., Baseer M.A., Alhems L.M. (2020): Metodologie multicriterială bazată pe GIS pentru selectarea amplasamentului parcurilor eoliene. *FME Transactions* 2020;48(4):855-67. <https://doi.org/10.5937/fme2004855R>
- Saaty T.L. (1990): Cum să luați o decizie: Procesul ierarhiei analitice. *Eur J Oper Res* 1990;48(1):9-26. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(90\)90057-I](https://doi.org/10.1016/0377-2217(90)90057-I)
- Shao, M., Han, Z., Sun, J., Xiao, C., Zhang, S., Zhao, Y. (2020): O revizuire a aplicațiilor de luare a deciziilor multicriteriale pentru selectarea siturilor de energie regenerabilă. *Energie regenerabilă*. 157. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2020.04.137>.
- Sochi, K., Oakleaf, J. R., Bhattacharjee, A., Evans, J. S., Vejnović, I., Zorica Dropuljić, K., et al. (2023): Mapping a sustainable renewable energy transition: handbook for practitioners version 1. The Nature Conservancy.
- SolarPower Europe (2024): Ghid pentru cartografierea surselor regenerabile de energie: O abordare pas cu pas. <https://www.solarpowereurope.org/advocacy/position-papers/renewables-mapping-guidance-a-step-by-step-approach>
- Sotiropoulou, K. F., Vavatsikos, A. P. (2021): Onshore wind farms GIS-Assisted suitability analysis using PROMETHEE II. *Energy Policy*, 158, 112531. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2021.112531>.
- Tegou, L., Polatidis, H., Haralambopoulos, D. A. (2010): Cadru de management de mediu pentru amplasarea parcurilor eoliene: Metodologie și studiu de caz. *Journal of Environmental Management*, 91 (11), pp. 2134-2147. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2010.05.010>.
- Tercan, E., Eymen, A., Urfalı, T., Saracoglu B. O. (2021): Un cadru durabil pentru planificarea spațială a fermelor solare fotovoltaice utilizând GIS și abordarea evaluării multicriteriale în Anatolia Centrală, Turcia. *Land Use Policy*, 102, 105272. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.105272>.



- Tercan, E. (2021): Evaluarea adecvării terenurilor pentru parcurile eoliene prin metoda best-worst și GIS în provincia Balıkesir din Turcia. Sustainable Energy Technologies and Assessments, 47, 101491. <https://doi.org/10.1016/j.seta.2021.101491>
- Trinomics (2024): Consultanță de specialitate privind amenajarea teritoriului pentru sursele de energie regenerabile și conflictul privind ierarhia terenurilor. <https://www.enpg.ro/expert-advice-on-spatial-planning-for-renewable-energy-sources-and-land-hierarchy-conflict/>
- Vrînceanu, A., Dumitrașcu, M., Kucsicsa, G. (2022): Site suitability for photovoltaic farms and current investment in Romania, Renewable Energy, 187, pp. 320-330. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2022.01.087>.
- Watson, J., Hudson, M. (2015): Evaluarea adecvării parcurilor eoliene și solare la scară regională utilizând evaluarea multicriterială asistată de GIS. Peisaj și planificare urbană. 138. pp. 20-31. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.02.001>

• Anexă

Anexa poate fi găsită în următoarele pagini.

Anexa 1. Criterii și distanțe tampon în literatura de specialitate - Centrale eoliene

		Tegou et al	Latinopoulos-Kechagia	Watson-Hudson	Höfer et al	Gigovic et al	Harper et al	EIHP			Tercan	Demir et al	FHNPI
		2010	2015	2015	2016	2017	2018	2021	2021	2021	2021	2024	2024
		Grecia	Grecia	Regatul Unit	Germania	Serbia	Regatul Unit	Croația	Turcia	Grecia	Turcia	Turcia	Ungaria
Tehnic	Rețea electrică de înaltă tensiune	E: > 2 km			E: < 0,1 km	E: < 0,2 km	E: < 0,15 km	E: < 0,15 km		E: < 0,2/0,5 km, > 10 km	E: < 0,25 km	E: < 0,5 km	
	Drumuri	E: > 2,5 km	E: < 0,15 km		E: < 0,02 km	E: < 0,2 km	E: < 0,15 km	E: < 0,15-0,3 km	E: < 0,1 km	E: < 0,2/0,3 km, > 10 km	E: < 0,15 km	E: < 0,1 km	
	Căi ferate				E: < 0,1 km		E: < 0,15 km	E: < 0.15			E: < 0,1 km		
	Conducte de hidrocarburi							E: < 0.2					
	Aeroporturi	E	E: < 3 km			E: < 3 km	E: < 0/2/10 km	E: < 3 km	E: < 3 km	E: < 0,5 km	E: 0-3 km		
	Antene, radare și stații de telecomunicații					E: <0,25 km		E: < 1 km		E: < 0,25 km			
	Zone militare					E: < 5 km	E: < 0/10 km	E: < 0,1 km	E: < 5 km		E: < 3 km		
	Viteza medie a vântului	E: < 4 m/s	E: < 4,5 m/s		E: < 6 m/s	E: < 3,5 m/s				E: < 4 m/s	E: < 4,4 m/s		
	Zone inundabile										E: < 0,5 km		
	Rezerve de apă protejate							E					
Mediu - naturale	Panta	E: > 30 %	E: > 25%	E: > 10%	E: > 30%	E: > 7%				E: > 30%	E: > 25%	E: > 24%	
	Aspect												
	Linii de falie seismică								E: < 0,15 km		E: < 0,5 km		
	Utilizarea sau acoperirea terenurilor		E		E	E					E	E	
	Zone forestiere	E							E				E: < 0,2 km
	Corpuri de apă	E			E: < 0,05 km			E: < 0,01 km	E	E: < 0,15 km	E: < 0,15 km		E: < 0,2 km
	Zone umede										E: < 1 km		E: < 0,1 km
	Căile de migrație a păsărilor								E: < 3 km			E: < 2,5 km	E: < 3 km
	Habitat pentru păsări										E: < 1 km		E: < 0,2/0,5/1/1,5/3 km
	Habitat de lilieci												E: < 1 km
	Dune de nisip									E: < 1 km			

S o c i o - e c o n o m i c	Stânci și stâncării							E: < 1 km		E: < 1,5 km	E: < 0,1 km		
	Linie de coastă, țărm										E: < 1 km		
	Alunecări de zăpadă, alunecări de teren										E: < 1 km		
	Arii naturale protejate	E	E: < 1 km	E: < 1 km	E: < 0,3 km*	E: < 2 km	E: < 0/2 km	E	E: < 5 km	E: < 1 km	E: < 1 km		E
	Zone de frumusețe naturală excepțională			E: < 1 km			E: < 0/2 km						E
	Situri de patrimoniu Word			E: < 1 km				E	E				E
	Patrimoniu istoric / cultural	E: < 0,5 km	E: < 1 km	E: < 1 km				E: < 0,5 km		E: < 0,5 km			
	Zone urbane/Asezări umane	E: < 0,5/1/1,5 km	E: < 0,5/1/1,5 km	E: < 0,5 km	E: < 0,4/0,55 km	E: < 0,5 km	E: < 0/2 km	E: < 0,5 km	E: < 3 km	E: < 1 km	E: < 0,5/1 km	E: < 1 km	
	Densitatea populației												
	Facilități turistice, destinații turistice		E: < 1 km			E: < 1 km		E: < 1 km					
	Vizibilitate												
	Suprafețe agricole	E		E					E				
	Suprafețe irigate permanent									E: < 0,2 km			
	Pășuni									E: < 0,2 km			
	Zone industriale, zone miniere									E: < 0,5 km			

* dacă sunt prezente
păsări sau lilieci

Criterii de excludere:	E: prag/tampon
Criterii de evaluare:	

Anexa 2. Criterii si distante tampon în literatura de specialitate - Centrale solare

[illegible]

	Habitate de lilieci									
	Linie de coastă, țărm		E: < 0,05 km			E: < 1 km				
	Insulițe stâncoase		E							
	Stânci și stâncării									
	Arii naturale protejate	E: < 1 km	E	E: < 0,5 km	E	E	E	E	E: < 1 km	E
S o c i o - e c o n o m i c	Zone de frumusețe naturală excepțională	E: < 1 km		E: < 0,5 km						
	Situri de patrimoniu Word	E: < 1 km	E	E: < 0,5 km		E				
	Patrimoniu istoric / cultural	E: < 1 km	E	E: < 0,1 km		E: < 0,5 km				
	Zone urbane, zone artificiale	E: < 0,5 km	E		E: < 0,5 km	E: < 0,5 km	E: < 0,5 km		E: < 0,1 km	
	Facilități turistice, destinații turistice		E			E: < 0,5 km				
	Vizibilitate		E							
	Sensibilitatea la degradarea terenurilor								E	
	Suprafețe agricole	E								

Criterii de excludere:	E: prag/tampon
Criterii de evaluare:	

Anexa 3. Distanțe tampon și praguri recomandate pentru cele trei scenarii - Centrale eoliene																												
Distanța (m) de la / alt prag																												
Punctaj de adecvare	Punct de conectare la rețeaua electrică	Drumuri principale	Rețea electrică de înaltă tensiune	Conducte de hidrocarburi	Căi ferate	Aeroporturi	Stații radar	Zone militare	Viteza medie a vântului (m/s)	Panta terenului (°)	Zone inundabile	Rezerve de apă protejate	Colonie de lilieci	Căile de migrație și habitatele păsărilor	Densitatea spațială a populației de păsări (%) *	Corpur de apă	Zone umede	Zone forestiere	Pajiști și arbusti	Zone naturale protejate	Zone locuite	Alte zone construite	Zone agricole cu produse ridicate	Zone agricole și fructe	Zone de gradate și industriale	Zone cu protecție esteică a peisajului	Indicator social (%) *	Performanță economică (%) *
Scenariul 1: Mediu																												
Zone excluse (0)		0-200	0-200	0-200	0-200	0-3000	0-15000	0-30000		> 15	X	X	0-1000	0-5000		0-200	0-200	0-200	0-200	0-1500	0-700	0-500						
1	10000 <	10000 <							< 3					80 <						1500-1600						X	80 <	80 <
2	8000-10000	8000-10000							3-4	13-15								200-250	200-250	1600-1700								
3	7000-8000	7000-8000							4-5											1700-1800								
4	6000-7000	6000-7000							5-6	11-13				79-60				250-300	250-300	1800-1900							79-60	79-60
5	5000-6000	5000-6000							6-7											1900-2000								
6	4000-5000	4000-5000							7-8	9-11								300-350	300-350	2000-2100								

7	3000-4000	3000-4000						8-9						59-40					2100-2200							59-40	59-40	
8	2000-3000	2000-3000						9-10	5-9									350-400	350-400	2200-2300								
9	1000-2000	1000-2000						10-11												2300-2400								
10	0-1000	200-1000						11 <	0-5					0-39				400 <	400 <	2400 <				X	X		0-39	0-39

Scenariul 2: Tehnic

Zone excluse (0)		0-200	0-200	0-200	0-200	0-3000	0-15000	0-3000		> 15	X	X	X	X		X	X	0-200		X	X	X					
1	4500 <	4500 <				3000-3500	15000-16000		< 3						80 <				X							80 <	80 <
2	4000-4500	4000-4500				3500-4000	16000-17000		3-4	13-15																	
3	3500-4000	3500-4000				4000-4500	17000-18000		4-5																		
4	3000-3500	3000-3500				4500-5000	18000-19000		5-6	11-13					79-60											79-60	79-60
5	2500-3000	2500-3000				5000-5500	19000-20000		6-7																		
6	2000-2500	2000-2500				5500-6000	20000-21000		7-8	9-11																	
7	1500-2000	1500-2000				6000-6500	21000-22000		8-9						59-40											59-40	59-40
8	1000-1500	1000-1500				6500-7000	22000-23000		9-10	5-9																	
9	500-1000	500-1000				7000-7500	23000-24000		10-11																		
10	0-500	200-500				7500 <	24000 <		11 <	0-5					0-39								X	X		0-39	0-39

Scenariul 3: Socio-Economic

Zone excluse (0)		0-200	0-200	0-200	0-200	0-3000	0-15000	0-3000		> 15	X	X	0-700	0-3000		X	X	0-200	X	X	0-700	0-500	X					
1	10000 <	10000 <				3000-3500	15000-16000		< 3						80 <											X	80 <	80 <
2	8000-10000	8000-10000				3500-4000	16000-17000		3-4	13-15											700-1200	500-600						

3	7000-8000	7000-8000							1150-1200							700-800									
4	6000-7000	6000-7000							1200-1250	11-13					150-200	150-200	800-900							79-60	79-60
5	5000-6000	5000-6000							1250-1300								900-1000								
6	4000-5000	4000-5000							1300-1350	9-11					200-250	200-250	1000-1100								
7	3000-4000	3000-4000							1350-1400								1100-1200							59-40	59-40
8	2000-3000	2000-3000							1400-1450	5-9					250-300	250-300	1200-1300								
9	1000-2000	1000-2000							1450-1500								1300-1400								
10	0-1000	50-1000							1500 <	0-5					300 <	300 <	1400 <				X	X		0-39	0-39

Scenariul 2: Tehnic

Zone exclude (0)		0-50	0-50	0-50	0-50	0-50	X	X		> 15	X	X		X	X	0-100		X	X	X	X				
1	4500 <	4500 <				50-150			< 1100								X							80 <	80 <
2	4000-4500	4000-4500				150-250			1100-1150	13-15															
3	3500-4000	3500-4000				250-350			1150-1200																
4	3000-3500	3000-3500				350-450			1200-1250	11-13														79-60	79-60
5	2500-3000	2500-3000				450-550			1250-1300																
6	2000-2500	2000-2500				550-650			1300-1350	9-11															
7	1500-2000	1500-2000				650-750			1350-1400															59-40	59-40
8	1000-1500	1000-1500				750-850			1400-1450	5-9															
9	500-1000	500-1000				850-950			1450-1500																
10	0-500	50-500				950 <			1500 <	0-5											X	X		0-39	0-39

Scenariul 3: Socio-Economic

Zone excluse (0)		0-50	0-50	0-50	0-50	0-50	X	X		> 15	X	X	0-200	X	X	0-100	X	X	X	X	X					
1	1000 0 <	10000 <				50-150			< 1100															X	80 <	80 <
2	8000- 1000 0	8000- 10000				150- 250			1100- 1150	13-15																
3	7000- 8000	7000- 8000				250- 350			1150- 1200																	
4	6000- 7000	6000- 7000				350- 450			1200- 1250	11-13															79-60	79-60
5	5000- 6000	5000- 6000				450- 550			1250- 1300																	
6	4000- 5000	4000- 5000				550- 650			1300- 1350	9-11																
7	3000- 4000	3000- 4000				650- 750			1350- 1400																59-40	59-40
8	2000- 3000	2000- 3000				750- 850			1400- 1450	5-9																
9	1000- 2000	1000- 2000				850- 950			1450- 1500																	
10	0- 1000	50- 1000				950 <			1500 <	0-5											X	X		0-39	0-39	

** poate fi specificat pe baza datelor disponibile - de exemplu, % în raport cu regiunea*

X: domeniu propriu; nu